

# **1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

## **1.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Η εισαγωγή σύγχρονων τεχνολογιών αυτοματισμού και πληροφορικής στη βιομηχανική παραγωγή αποτελεί στρατηγική επιλογή των βιομηχανικών επιχειρήσεων, σε διεθνές επίπεδο, αφού έχει αποδειχθεί ότι η αξιοποίηση τους αυξάνει την παραγωγικότητα, μειώνει το κόστος παραγωγής και συμβάλλει κατά πολύ στη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων.

Για τη χώρα μας, και συγκεκριμένα για τον ελληνικό βιομηχανικό τομέα, η ανάγκη αυτοματοποίησης της παραγωγής, είναι επιτακτική. Σε εποχές μάλιστα που η βελτίωση της ελληνικής οικονομίας και η παραγωγή ανταγωνιστικών προϊόντων είναι αναγκαίες προϋποθέσεις για να ανταπεξέλθει η Ελλάδα στις προκλήσεις της ενωμένης Ευρώπης, η συμπίεση με τη νέα τεχνολογία είναι υποχρεωτική.

Με την αυτοματοποίηση επιτυγχάνεται αύξηση της παραγωγικότητας με αντίστοιχη μείωση του χρόνου και κατά συνέπεια του κόστους παραγωγής ανά προϊόν, βελτιωμένη ποιότητα των προϊόντων και ακρίβεια στο χρόνο παραγωγής, παρέχοντας ταυτόχρονα τη δυνατότητα ορθολογικότερης διαχείρισης και οργάνωσης της παραγωγικής διαδικασίας. Παράλληλα προσφέρει στους εργαζόμενους αυξημένη ασφάλεια, αναβάθμιση της εργασίας τους και του εργασιακού χώρου. Δεν πρέπει εξάλλου να παραληφθεί το γεγονός ότι η αυτοματοποίηση μεγιστοποιεί το κύρος και το πρεστίτζ της εταιρείας που το εφαρμόζει.

Έτσι με βάση τα παραπάνω θα πρέπει να τονιστεί στους Έλληνες βιομήχανους, οι οποίοι παρουσιάζονται δύσπιστοι, η σημασία της αυτοματοποίησης της παραγωγής και να τονιστεί ότι, χάρη στα πολλαπλά οφέλη που προσφέρει σε μια παραγωγική

μονάδα, επιτυγχάνεται γρήγορη απόσβεση. Ειδικά δε, όταν η αυτοματοποίηση ταυτίζεται με την εισαγωγή ρομποτικών συστημάτων, τότε τα οφέλη από την ευελιξία αυτών των συστημάτων, είναι πραγματικά σημαντικά, τόσο για την επιχείρηση που τη χρησιμοποιεί, όσο και για την οικονομία μιας χώρας η οποία προσβλέπει στην ισχυρή βιομηχανία.

## 1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στην Ελλάδα σήμερα, η οικονομική ύφεση και το σχετικά υψηλό κόστος του κεφαλαιουχικού εξοπλισμού έχουν οδηγήσει στη *γενική μείωση ή αναβολή των νέων επενδυτικών σχεδίων*. Η επίπτωση αυτή της κατάστασης στις επενδύσεις σε ρομπότ και γενικότερα στα άλλα συστήματα αυτοματισμού είναι αμφιλεγόμενη.

Από τη μια πλευρά, είναι φανερό ότι σε καταστάσεις αργής ανάπτυξης, όπως αυτές που κυριαρχούν στην ελληνική βιομηχανία, η προτεραιότητα των επενδύσεων των επιχειρήσεων εστιάζεται στη μείωση του κόστους, στην αύξηση της παραγωγικότητας και στην ορθολογικότητα της παραγωγής, συνεπώς η επένδυση σε ρομπότ και γενικότερα σε αυτοματισμούς παρουσιάζεται ελκυστική. Από την άλλη όμως πλευρά, η έλλειψη κεφαλαίων για επένδυση μπορεί να βάλει φραγμούς σε πολλούς υποψήφιους επενδυτές, κυρίως της κατηγορίας των μικρομεσαίων επιχειρήσεων.

Κύριος στόχος της Διπλωματικής εργασίας είναι η όσο το δυνατόν *πληρέστερη καταγραφή της σημερινής κατάστασης της ρομποτικής στην Ελλάδα*, στα πλαίσια του εφικτού. Γίνεται προσπάθεια καταγραφής των Ελλήνων χρηστών ρομποτικών συστημάτων, των λόγων που τους ώθησαν στην αγορά ρομπότ, τα οφέλη που απεκόμισαν και οι δυσκολίες που αντιμετώπισαν κατά τη χρήση τους, και τελικά με γνώμονα τα παραπάνω, στόχος είναι να δωθούν οι προοπτικές της ρομποτικής στην Ελλάδα.

Προκειμένου να γίνει κατανοητή η όλη διαδικασία πραγματοποίησης του παραπάνω στόχου, είναι αναγκαίο αρχικά να γίνει μια αναφορά στις πιθανές εφαρμογές των ρομπότ στη βιομηχανία και των αποτελεσμάτων τους, όπως επίσης και το όλο σκεπτικό της διαδικασίας μιας ρομποτικής εγκατάστασης, από την απόφαση πραγματοποίησης της μέχρι τη λειτουργία της. Τα παραπάνω παρέχονται στο δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας, μαζί με ορισμένα διεθνή στοιχεία που αφορούν τις ρομποτικές εγκαταστάσεις σε διεθνή χώρο, και τον τρόπο που αντιμετωπίζονται από ξένες βιομηχανίες, στοιχεία απαραίτητα για να γίνει σύγκριση με την κατάσταση της ρομποτικής στην Ελλάδα.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μια πρώτη αναφορά της ρομποτικής στην Ελλάδα, παρουσιάζοντας τις εταιρείες ρομποτικής, ενώ αναλύονται οι ιδιαιτερότητες των ελληνικών βιομηχανιών έτσι ώστε να καταγραφούν οι λόγοι μη εξάπλωσης της ρομποτικής σε αυτές.

Στο τέταρτο κεφάλαιο εξετάζονται τόσο τα ρομποτικά συστήματα που έχουν εγκατασταθεί στην ελληνική βιομηχανία, όσο και οι αντίστοιχοι χρήστες τους. Για την πιο αναλυτική εξέταση των παραπάνω στοιχείων, συντάχθηκε ένα ερωτηματολόγιο για τους χρήστες, των οποίων οι απαντήσεις αναλύονται στο ίδιο κεφάλαιο. Τα τελικά συμπεράσματα παρουσιάζονται στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο, ενώ στο παράρτημα παραθέτονται οι απαντήσεις από όλα τα ερωτηματολόγια.

## **2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΕΣ**

### **ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ**

#### **2.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Στόχος πολλών ελληνικών επιχειρήσεων σήμερα που διαθέτουν μονάδες παραγωγής είναι η αυτοματοποίηση των διαδικασιών παραγωγής των προϊόντων τους, σε βαθμό που να ελαχιστοποιείται η παρέμβαση του ανθρώπινου παράγοντα, ακολουθώντας το παράδειγμα πολλών ιαπωνικών επιχειρήσεων που έχουν επιτύχει υψηλά ποσοστά αυτοματοποίησης.

Με τον όρο “*βιομηχανική αυτοματοποίηση*” [1], ορίζουμε το σύνολο των τεχνολογιών και των μεθόδων μέσω των οποίων επιδιώκεται η συνολική ή μερική αντικατάσταση της χειρωνακτικής εργασίας στις παραγωγικές διαδικασίες. Η αυτοματοποίηση συμπληρώνεται με την εγκατάσταση ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος, το οποίο συνδέει τις διαδικασίες, παρακολουθώντας και ελέγχοντας όλες τις μηχανές.

Έτσι λοιπόν, έχουμε την *ολοκληρωμένη παραγωγή με τη χρήση υπολογιστών* (Computer Integrated Manufacturing - CIM) στην οποία οι υπολογιστές παρακολουθούν και ελέγχουν όλες τις φάσεις του κύκλου ανάπτυξης ενός προϊόντος: τη σχεδίαση του, τον προγραμματισμό της παραγωγής, την ίδια την παραγωγή, τον έλεγχο, και τέλος, τη διάθεση των προϊόντων. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, κανένας δεν χειρίζεται τα μέρη του αυτοματοποιημένου συστήματος. Ο άνθρωπος παράγοντας δεν συμμετέχει άμεσα στην παραγωγή, είναι υπεύθυνος μόνο για την σχεδίαση του συστήματος και για την επίβλεψη των επιμέρους λειτουργιών του.

Σε ένα τέτοιο σύστημα CIM, σημαντικό ρόλο παίζει η εφαρμογή της τεχνολογίας της ρομποτικής και γενικότερα η χρήση των ρομπότ, όπως αναφέρεται αναλυτικά στη συνέχεια.

## 2.2 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΡΟΜΠΟΤ

Μέσα στο πλήθος του αυτοματοποιημένου βιομηχανικού εξοπλισμού, τα ρομπότ και η επιστήμη της ρομποτικής καταλαμβάνουν μια συγκεκριμένη περιοχή. Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Ρομποτικής της Αμερικής ένα βιομηχανικό ρομπότ ορίζεται ως:

*“Επαναπρογραμματιζόμενος, πολυλειτουργιακός χειριστής σχεδιασμένος να μεταφέρει υλικά, αντικείμενα ή ειδικές συσκευές, μέσω μεταβλητών προγραμματιζόμενων κινήσεων, προκειμένου να εκτελέσει διάφορα έργα.”*

Η δυνατότητα επαναπρογραμματισμού των ρομπότ, προσθέτει προσαρμοστικότητα και επιτρέπει την εκτέλεση πολλών καθηκόντων, καθώς επίσης παρέχει και την ικανότητα χειρισμού μιας ποικιλίας προϊόντων. Το γεγονός αυτό διαφοροποιεί τα βιομηχανικά ρομπότ από άλλες αυτοματοποιημένες μηχανικές κατασκευές, οι οποίες περιορίζονται συνήθως στην εκτέλεση μιας και μόνο εργασίας ή στο χειρισμό ενός και μόνο προϊόντος. Επιπλέον, εκτός της ευελιξίας των ρομπότ στην παραγωγή, ο επαναπρογραμματισμός τους μειώνει αισθητά τον κίνδυνο τεχνολογικής απαρχαίωσης τους.

### 2.3 ΡΟΜΠΟΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Τα πεδία εφαρμογής των βιομηχανικών ρομπότ ποικίλουν ανάλογα με τις απαιτήσεις για αυτοματοποίηση στη βιομηχανία, απαιτήσεις που αφορούν τη συναρμολόγηση, την αποθήκευση προϊόντων, την παραγωγή με χρήση υπολογιστών και γενικά όλες εκείνες τις παραγωγικές διαδικασίες που μπορούν να αυτοματοποιηθούν, όπως φόρτωση, εκφόρτωση, συγκόλληση, συναρμολόγηση και άλλες.

Μία από τις πρώτες εφαρμογές των ρομπότ στο χώρο της βιομηχανίας αποτελεί η *χύτευση μετάλλων σε μήτρες* (καλούπια), γιατί το δυσάρεστο περιβάλλον εργασίας που συνδέεται με το χώρο αυτό, διευκόλυνε την εφαρμογή τους.

Η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας, όμως, είχε σαν αποτέλεσμα την επέκταση του πεδίου εφαρμογών των ρομπότ, έτσι ώστε να καλύπτονται ικανοποιητικά οι αυξανόμενες απαιτήσεις. Πιο αναλυτικά, σήμερα χρησιμοποιούνται ρομπότ στις ακόλουθες βιομηχανικές εργασίες:

Σημειακή ηλεκτροσυγκόλληση (ποντάρισμα): Η πρώτη εφοδιασμένη με ρομπότ γραμμή σημειακής ηλεκτροσυγκόλλησης εισήχθη στην αυτοκινητοβιομηχανία το 1969 και εξακολουθεί να αποτελεί την κύρια περιοχή χρησιμοποίησης των περισσότερων σημερινών βιομηχανικών ρομπότ. Τα περισσότερα από τα ρομπότ ηλεκτροσυγκόλλησης στην αυτοκινητοβιομηχανία, εργάζονται με βάση τις τρεις βάρδιες και είναι ικανά να αυτορρυθμίζονται στα διάφορα είδη αυτοκινήτων. Κατά εμπειρικό κανόνα ένα τέτοιο ρομπότ αντικαθιστά δύο ηλεκτροσυγκολλητές ανά βάρδια.

Ηλεκτροσυγκόλληση Τόξου: Πρόκειται για μια επικίνδυνη εργασία η οποία απαιτεί πολύ χρόνο για να ολοκληρωθεί από τους ηλεκτροσυγκολλητές. Αντιθέτως τα ρομπότ, χρησιμοποιώντας το ίδιο πιστόλι ηλεκτροσυγκόλλησης που χρησιμοποιεί και ο εργάτης που δουλεύει με το χέρι, κατορθώνουν να μειώσουν το χρόνο ηλεκτροσυγκόλλησης και να καταστήσουν την ποιότητα της συγκόλλησης πιο ομοιόμορφη και εν γένει καλύτερη. Στην ηλεκτροσυγκόλληση τόξου έχει γίνει η



εκτίμηση ότι η παραγωγικότητα των ρομπότ είναι τρεις φορές μεγαλύτερη της παραγωγικότητας των ηλεκτροσυγκολλήσεων που γίνονταν με το χέρι.

Εργασίες πρεσαρίσματος: Πολλές εργασίες που γίνονται σε πρέσες, κυρίως αυτές που έχουν να κάνουν με μεγάλα συστατικά μέρη (όπως αμαξώματα αυτοκινήτων, αεροναυπηγικές κατασκευές), είναι μερικώς αυτοματοποιημένες είτε μέσω σκληρού αυτοματισμού είτε μέσω της χρησιμοποίησης ρομπότ. Προβλήματα ασφάλειας ευνοούν την εισαγωγή των βιομηχανικών ρομπότ σε εφαρμογές πρεσαρίσματος.

Μηχανική Σφυρηλάτηση: Παρά τις επικίνδυνες συνθήκες εργασίας που επικρατούν στις εγκαταστάσεις μηχανικής σφυρηλάτησης, η αυτοματοποίηση των σχετικών εργασιών αποδείχθηκε δύσκολη εξαιτίας των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της παραγωγής “κατά παρτίδες”. Στο βιομηχανικό αυτό κλάδο χρησιμοποιήθηκαν ρομπότ αλλά σε οριακές μόνο λειτουργίες. Οι εφαρμογές αφορούν κυρίως καταστάσεις όπου υπάρχει ανάγκη χειρισμού θερμών μεταλλικών μερών και τοποθέτηση των μερών αυτών σε ορισμένες θέσεις.

Βαφή με ψεκασμό και επεξεργασία επιφανειών: Οι ανθυγιεινές συνθήκες εργασίας υπήρξαν ένας πρωταρχικής σημασίας λόγος για την εισαγωγή του αυτοματισμού στις εφαρμογές βαφής με ψεκασμό. Αν και βρίσκονται σε χρήση αυτοματοποιημένες μηχανές βαφής με ψεκασμό, τα υπάρχοντα συστήματα αδυνατούν να καλύψουν με χρώμα τις λιγότερο προσιτές περιοχές, κάτι που στην αυτοκινητοβιομηχανία είναι βασικής σημασίας απαίτηση. Με τη βελτίωση, όμως, της προσαρμοστικότητας των ρομπότ η χρήση τους σε εφαρμογές βαφής αυξήθηκε ιδιαίτερα στην αυτοκινητοβιομηχανία, όπου προβλήματα όπως οι αλλαγές του σχεδίου των αυτοκινήτων καθώς επίσης και του χρώματός τους, μπορούν να αντιμετωπιστούν εύκολα. Άλλες περιοχές όπου χρησιμοποιούνται ρομπότ για επιφανειακές διεργασίες, είναι οι κεραμικές βιομηχανίες και οι επιπλαβιομηχανίες.

Τροφοδότηση εργαλειομηχανών: Τα ρομπότ παίζουν ολοένα και σημαντικότερο ρόλο στο μηχανουργείο. Όπως παρατηρεί ο J. Engelberger [2], οι αντικειμενικοί σκοποί του αυτοματισμού στο μηχανουργείο, ήταν πάντοτε η μείωση των υπό επεξεργασία αποθεμάτων, η μείωση του αργού χρόνου αναμονής, η ελαχιστοποίηση του κόστους

των άμεσων και έμμεσων εργατικών και, γενικά, η αύξηση του αριθμού των ποιοτικώς αποδεκτών κομματιών που κατασκευάζονται ανά βάρδια. Οι στόχοι αυτοί έπρεπε να επιτευχθούν εξαιτίας της συχνής αλλαγής των προϊόντων, που έκανε γενικά τον αυτοματισμό δυσκολοεφάρμοστο. Ενώ ο σκληρός αυτοματισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί (και έχει χρησιμοποιηθεί) για τη συσχέτιση των διαφόρων μηχανών σε μια γραμμή μεταφοράς, μία γραμμή μεταφοράς βασιζόμενη σε βιομηχανικά ρομπότ, μπορεί να αυξήσει την προσαρμοστικότητα και να μειώσει τους μικρούς χρόνους των επιμέρους μηχανών. Αυτό συμβαίνει τόσο στις βιομηχανικές δραστηριότητες μικρής κλίμακας, όσο και σε μεγαλύτερα κέντρα μηχανουργικής επεξεργασίας.

Παλετάρισμα: Τόσο στις παραγωγικές δραστηριότητες όσο και στις λειτουργίες διανομής, τα βιομηχανικά ρομπότ αποδείχθηκαν ιδιαίτερα χρήσιμα για το παλετάρισμα και το ξεπαλετάρισμα.

Φόρτωση και εκφόρτωση: Στη σκληρή βιομηχανία, η φόρτωση και η εκφόρτωση είναι εργασίες που αντικαθίστανται με επιτυχία από τα ρομπότ. Τα ρομπότ είναι κατάλληλα για τον χειρισμό επικίνδυνων υλικών, όπως τα ραδιενεργά υλικά και κομμάτια σε υψηλές θερμοκρασίες, εργασίες στις οποίες δεν συμμετέχει πλέον το εργατικό δυναμικό.

Συναρμολόγηση: Στη συναρμολόγηση, τα ρομπότ χρησιμοποιούνται στους τομείς των ηλεκτρονικών μηχανών και συσκευών, του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού των αυτοκινήτων, των μηχανοκατασκευών, των μηχανικών παιχνιδιών, κ.λ.π.

Τα πεδία εφαρμογής που αναφέρθηκαν παραπάνω, έχουν χαρακτήρα ενδεικτικό του τύπου και της ποικιλίας των εφαρμογών των βιομηχανικών ρομπότ. Υποδεικνύουν, επίσης, την ευελιξία των βιομηχανικών ρομπότ ως προς το ότι μπορούν να εισαχθούν σε πλήρη κατασκευαστικά συστήματα (π.χ. σε κέντρα μηχανουργικής επεξεργασίας), σε γραμμές ροής της εργασίας (π.χ. ποντάρισμα μεταλλικών μερών αυτοκινήτων), και σε μεμονωμένες θέσεις εργασίας.

## 2.4 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΡΟΜΠΟΤ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Η επίδραση των βιομηχανικών ρομπότ, θα πρέπει να εξετασθεί σε σχέση με τα πεδία εφαρμογής τους. Τέτοιες επιδράσεις είναι οι παρακάτω:

*Υψηλότερη Παραγωγικότητα:* Μπορεί να έχουμε αύξηση της παραγωγικότητας με την τεχνική έννοια (π.χ. αριθμός αυτοκινήτων που βάφονται ανά ώρα), αλλά πιο σπουδαία είναι η οικονομική έννοια, δηλαδή *η μείωση του κόστους ανά παραγόμενη μονάδα*. Βασικά, η επίδραση πάνω στην παραγωγικότητα εξαρτάται από το πόσο κρίσιμη σημασία έχει για την παραγωγική διαδικασία μια επιμέρους εργασιακή λειτουργία. Προφανώς, *η παραγωγικότητα θα αυξάνει ακόμα περισσότερο εκεί όπου ρομποτοποιούνται εντατικές διεργασίες*. Έτσι, για παράδειγμα, στη βιομηχανία επεξεργασίας μετάλλου κατά μικρές παρτίδες, αρκούν λίγες μόνο ρομποτικές εγκαταστάσεις για να αυξηθεί σημαντικά η παραγωγικότητα της επιχείρησης.

*Βελτιωμένη Ποιότητα των Προϊόντων:* Η επίδραση αυτή, είναι αποτέλεσμα της *εξάλειψης του ανθρώπινου σφάλματος* και γίνεται ιδιαίτερα αισθητή σε περιπτώσεις ηλεκτρονικών εφαρμογών, όπου απαιτείται μεγάλη ακρίβεια. Ένα ρομπότ είναι τις περισσότερες φορές ταχύτερο και ακριβέστερο από οποιοδήποτε ανθρώπινο χέρι ή άλλο αυτόματο μηχάνημα. Οι ταχύτητες με τις οποίες κινούνται τα ρομπότ είναι πολλές φορές ασύλληπτες, η δε ακρίβειά τους που φτάνει τα δέκατα του χιλιοστού, είναι αδύνατο να επιτευχθεί από ανθρώπινο χέρι. Υπάρχουν, όμως, και ορισμένες θέσεις εργασίας, στις οποίες ένας εργάτης που δουλεύει με τα χέρια είναι ταχύτερος σε σχέση με ένα ρομπότ. Ακόμα και σε αυτές τις περιπτώσεις, το ρομπότ διατηρεί μια σταθερή ταχύτητα απόδοσης και κατά συνέπεια, στο σύνολο μιας οκτάωρης απασχόλησης τείνει να αποδώσει καλύτερα από ότι ο εργάτης, του οποίου η ταχύτητα εργασίας και η προσοχή του μειώνονται κατά το τελευταίο μέρος της εργάσιμης βάρδιας.

*Ευελιξία στην παραγωγική διαδικασία:* Τα ρομπότ με τη δυνατότητα του επαναπρογραμματισμού, έχουν την ικανότητα να *προσαρμόζονται σε μεταβολές του σχεδιασμού ενός προϊόντος ή της γραμμής παραγωγής*, όταν η εταιρεία θελήσει να αλλάξει τα στάνταρ της ή ακόμα και τις μεθόδους παραγωγής των προϊόντων της. Το

γεγονός αυτό επιδρά αποτελεσματικά στις απαιτήσεις της κάθε βιομηχανίας που είναι εξοπλισμένη με τις κοινές μηχανές αυτοματοποίησης που μέχρι τώρα, αφενός μεν δεν μπορούσαν να ικανοποιήσουν πολύπλοκες διαδικασίες, αφετέρου δε, ακόμα και όταν μπορούσαν, παρουσιαζόταν πρόβλημα χώρου ευκολίας εγκατάστασης αφού συχνά αυτές οι μηχανές ήταν τεράστιες και ογκώδεις. Ταυτόχρονα η ευελιξία των ρομπότ τα προστατεύει από την τεχνολογική παλαίωση.

*Μείωση κόστους:* Το οικονομικό πλεονέκτημα της χρήσης των ρομπότ στη βιομηχανία είναι σαφές. Σε πολλές περιπτώσεις *τα ρομπότ μπορούν να εκτελέσουν εργασίες με σημαντικά χαμηλότερο κόστος από ότι οι άνθρωποι, εξοικονομώντας σε σημαντικό βαθμό το εργατικό κόστος*, στο οποίο εκτός από την άμεση αμοιβή εργασίας περιλαμβάνονται και έξοδα κοινωνικής ασφάλισης και άλλες πρόσθετες καταβολές που εκμηδενίζονται με τη χρήση των ρομπότ. Οποσδήποτε όμως, θα πρέπει να τονίσουμε ότι η μείωση του κόστους που προκύπτει από την εισαγωγή των ρομπότ δεν έχει να κάνει μόνο με τα εργατικά, αλλά περιλαμβάνει και άλλους παράγοντες κόστους όπως αυτούς που αναφέρονται στα υλικά, ως αποτέλεσμα των μικρότερων απωλειών και των καλύτερων ανοχών μηχανουργικής επεξεργασίας, καθώς και στα αποθέματα, λόγω μικρότερου χρόνου προ παραγγελίας.

*Ανταγωνιστικότητα:* Οι βιομηχανίες που έχουν ευρύ πεδίο δυνατοτήτων ρομποτοποίησης μπορούν να έχουν, μέσω της υψηλότερης και βελτιωμένης παραγωγικότητας, καλύτερη επίδοση από πλευράς τιμών, με αποτέλεσμα την αύξηση της ζήτησης των προϊόντων τους και, κατά συνέπεια το θετικό επηρεασμό στη παραπέρα ανάπτυξη και την εξέλιξη της ανταγωνιστικότητάς τους στους επιμέρους βιομηχανικούς κλάδους. Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι πολλές από τις βιομηχανίες προσπαθώντας να γίνουν όσο το δυνατό ανταγωνιστικές, *εκμεταλλεύονται τη χρήση των ρομπότ στις διαφημιστικές καμπάνιες των προϊόντων τους*.

Φυσικά, όμως, υπάρχουν και *περιορισμοί* ως προς την επίδραση που μπορούν να επιφέρουν τα ρομπότ σε ορισμένες βιομηχανίες, ανάμεσα στους οποίους είναι και οι εξής:

1. *Ο όγκος της ολικής απόδοσης σε μια συγκεκριμένη θέση εργασίας μπορεί να αυξηθεί (π.χ. στις σημειακές ηλεκτροσυγκολλήσεις) αλλά μια τέτοια επίδραση μπορεί να μην μεταφέρεται τελικά σε ολόκληρο τον κύκλο παραγωγής όταν σε αυτόν υπάρχουν άλλες μηχανές ή εργάτες που δεν μπορούν να επιταχύνουν ανάλογα την απόδοσή τους. Έτσι παρατηρείται το φαινόμενο η παραγωγικότητα να αυξάνεται τοπικά σε αυτή μόνο τη θέση εργασίας. Έτσι, η αποδοτικότητα του ρομπότ δεν αρκεί μόνη της για να αυξηθεί η ολική παραγωγικότητα της εγκατάστασης ή της βιομηχανίας.*
2. *Για την επιτυχή είσοδο των ρομπότ στη βιομηχανία είναι απαραίτητη η ύπαρξη του κατάλληλου εργατικού δυναμικού, ικανού να εκπαιδευτεί στη χρήση και τη λειτουργία του ρομπότ. Τα ρομπότ χρειάζονται ένα τουλάχιστον χρήστη, ο οποίος πρέπει να έχει την ανάλογη δεκτικότητα για να εκπαιδευτεί και να μάθει τον χειρισμό του μηχανήματος.*

## 2.5 ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ ΜΙΑ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Όταν εξετάζονται οι ρομποτικές εγκαταστάσεις, είτε πρόκειται για την τοποθέτηση ενός και μόνο ρομπότ για μια απλή εργασία ανάκτησης και τοποθέτησης, είτε για μια εγκατάσταση πολλών ρομπότ (όπως στην περίπτωση ενός ευέλικτου κατασκευαστικού συστήματος), *πρέπει να ληφθούν υπόψιν διάφοροι παράγοντες, όπως:*

1. Οι σκοποί για τους οποίους πραγματοποιείται.
2. Τι αποτελέσματα αναμένεται να έχει, αλλά και ποια πιθανά προβλήματα μπορεί να δημιουργήσει.
3. Ποια είναι η πιο συμφέρουσα εργασία στην παραγωγική διαδικασία που θα αντικατασταθεί με ρομπότ.
4. Ποιο είναι το πιο κατάλληλο ρομπότ που θα εκτελεί την εργασία.
5. Το συνολικό κόστος της εγκατάστασης.
6. Πως θα δοκιμαστεί το υπό εγκατάσταση ρομποτικό σύστημα έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή λειτουργία του.

Πριν παρθεί η απόφαση για την αγορά ενός ρομπότ, ο αγοραστής πρέπει να αναλύσει τους λόγους για τους οποίους το θέλει. Το πρώτο πράγμα που πρέπει να θυμόμαστε για την τοποθέτηση ενός ρομπότ είναι ότι ψάχνουμε τη λύση σε ένα βιομηχανικό πρόβλημα. Η ρομποτοποίηση ως λύση του προβλήματος, θεωρείται η πιο ικανοποιητική, όταν αποκτούνται ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω οφέλη:

1. Μείωση του κόστους παραγωγής.
2. Αυξημένη παραγωγικότητα.
3. Βελτιωμένη ποιότητα προϊόντος.
4. Αντικατάσταση ανθρώπινου δυναμικού από τα ρομπότ σε ανεπιθύμητες εργασίες.

Στην ιδέα της ρομποτοποίησης, από την αρχή ακόμα, πρέπει να γίνει σαφές το αν η αγορά ενός ή περισσότερων ρομπότ είναι μια πρόταση που ικανοποιεί τις πλευρές αποδοτικότητας, οικονομίας και πρακτικότητας.

Αρχικά, είναι απαραίτητο να αναγνωριστούν οι *τρέχουσες και οι μελλοντικές ανάγκες της επιχείρησης για την εμπορική της ανάπτυξη*. Τα παρακάτω ερωτήματα, έχουν σκοπό να οριοθετήσουν ακριβώς τις παραπάνω ανάγκες:

- Αν πρέπει να συνεχιστεί ο ανταγωνισμός στην συγκεκριμένη αγορά, τί χρειάζεται να γίνει για να κρατηθεί ή να αυξηθεί το μερίδιο αγοράς της επιχείρησης;
- Τι χρειάζεται για την αύξηση της ποιότητας και της αξιοπιστίας των προϊόντων;
- Ποιές είναι οι μελλοντικές απαιτήσεις της αγοράς και κατά πόσο αναμένεται να αλλάζουν;
- Μπορεί να μειωθεί το κόστος που αφορά πρώτες ύλες, εργατικά, κεφαλαιουχικό εξοπλισμό;

### 2.5.1 ΤΑ “ΚΡΥΦΑ” ΣΗΜΕΙΑ ΜΙΑΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Η απόφαση της ρομποτοποίησης κρύβει σημαντικές αλλαγές για μια επιχείρηση. Όταν αναγνωρίζεται η ανάγκη για την εφαρμογή των ρομπότ, ταυτόχρονα αναγνωρίζονται και οι αλλαγές που χρειάζεται να γίνουν στη δομή της επιχείρησης, από τους απλούς εργάτες μέχρι τα ανώτερα στελέχη, για την πιο ομαλή εφαρμογή τους. Η εισαγωγή ρομποτικών εγκαταστάσεων στην παραγωγική διαδικασία έχει σημαντικές επιδράσεις όχι μόνο στους εργάτες αλλά και στο μάνατζμεντ της επιχείρησης.

#### *Επίδραση στον εργάτη*

Μία από τις πιο ανησυχητικές σκέψεις όταν πρόκειται να εγκατασταθούν ρομπότ, είναι η *μετατόπιση των εργατών*. Αυτό μπορεί να σημαίνει απολύσεις, αλλά ταυτόχρονα μπορεί να συνεπάγεται μετακινήσεις σε θέσεις εργασίας με καινούριες απαιτήσεις.

Αν και ο χώρος εργασίας μπορεί να γίνει πιο υγιεινός και να βελτιωθούν οι συνθήκες εργασίας, η νέα θέση εργασίας μπορεί άνετα να απαιτεί περισσότερες ευθύνες, όταν για παράδειγμα ένας τεχνίτης παίρνει το ρόλο του επόπτη. Η ανησυχία των εργατών εκφράζεται με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

- Απώλεια εργασίας
- Λιγότερο επιθυμητή εργασία
- Λιγότερο επιθυμητή βάρδια
- Χαμηλότερος μισθός

Ο προσεχτικός σχεδιασμός ελαχιστοποιεί τα παραπάνω προβλήματα, αλλά χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή γιατί ο υψηλός βαθμός ανεργίας που αποδίδεται στη νέα τεχνολογία, μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τις βιομηχανικές σχέσεις.

### ***Επίδραση στο μάνατζμεντ***

Η εισαγωγή των ρομπότ πάντα θα δημιουργεί καινούριες ευκαιρίες για εργασία. Για παράδειγμα, εργάτες παραγωγής μπορεί να αναλάβουν ευθύνες για τη σωστή λειτουργία του ρομπότ. Αυτό που είναι σημαντικό για το μάνατζμεντ, είναι ότι *πρέπει να ληφθούν υπόψιν οι ατομικές ικανότητες των εργατών έτσι ώστε οι εργασίες να ταιριάζουν στο προσωπικό, ανεξάρτητα από το είδος επανεκπαίδευσης που απαιτείται.* Επίσης, *πρέπει να εκτιμηθούν οι κατάλληλες ανάγκες υποστήριξης του μηχανολογικού προσωπικού και του προσωπικού συντήρησης, ανάγκες που θα δημιουργηθούν από την εφαρμογή της νέας τεχνολογίας.* Η κατανομή των εργασιών, *πρέπει να σχεδιαστεί προσεχτικά και οι απαιτήσεις επανεκπαίδευσης του προσωπικού πρέπει να αναγνωριστούν και να αντιμετωπιστούν με την εφαρμογή ενός εκπαιδευτικού προγράμματος από ειδικούς στη ρομποτική.*

### **2.5.2 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ**

Το πρώτο βήμα για μια ρομποτική εγκατάσταση είναι να γίνει μια *επιθεώρηση της παραγωγικής διαδικασίας*, με στόχο να βρεθεί η πιο κατάλληλη λειτουργία που μπορεί να αυτοματοποιηθεί με ρομπότ. Στη συνέχεια επιλέγεται το κατάλληλο ρομπότ και τελικά *πρέπει να διεκπεραιωθεί μια οικονομική ανάλυση για να υπολογιστεί η απόσβεση της εγκατάστασης.*

Η εισαγωγή ρομποτικών εγκαταστάσεων σχετίζεται άμεσα με την μακροχρόνια πολιτική ανάπτυξης μιας επιχείρησης, η οποία ανάλογα με τους στόχους που έχει



θέσει θα προχωρήσει και στο ανάλογο ποσοστό αυτοματοποίησης. Ο υπολογισμός όμως του βέλτιστου και οικονομικότερου ποσοστού αυτοματοποίησης, κρύβει πολλές φορές προβλήματα που συχνά δεν λαμβάνονται υπόψιν. Έτσι, όταν έχουμε βρει την οικονομικότερη λύση σε ένα βιομηχανικό πρόβλημα, δεν σημαίνει ότι έχουμε βρει τη λύση με τη μεγαλύτερη επίδραση στο συνολικό κόστος. Στην περίπτωση των ρομποτικών εγκαταστάσεων, η επιχείρηση μπορεί να προχωρήσει στην αυτοματοποίηση της παραγωγής με την εισαγωγή πολλών ρομπότ, γιατί έτσι θα μειώσει σημαντικά το κόστος, αλλά ίσως να μην λάβει υπόψιν τα προβλήματα συντήρησης που θα αντιμετωπίσει. Έτσι πριν αποφασιστεί ο αριθμός των ρομποτικών εγκαταστάσεων που θα εισαχθούν στη παραγωγή, θα πρέπει να εξεταστούν όχι μόνο τα θετικά αποτελέσματα αλλά και τα τυχόν προβλήματα που θα προκύψουν και είναι καλό ο αριθμός αυτός να περιορίζεται.

Σημαντικός επίσης παράγοντας που σχετίζεται με το πόσο επιτυχημένη θα είναι μια ρομποτική εγκατάσταση, είναι το εύρος της εμπειρίας της επιχείρησης σε θέματα αυτοματοποίησης και ανάλογων εγκαταστάσεων αυτοματισμού. Τέτοια εμπειρία δεν περιέχει μόνο την οικειότητα της επιχείρησης στην αντιμετώπιση μιας σειράς προβλημάτων που μπορούν να εμφανιστούν, αλλά και την ύπαρξη ειδικευμένου προσωπικού μέσα στην επιχείρηση το οποίο με κάποια εκπαίδευση να μπορεί να αντιμετωπίσει τα προβλήματα που θα προκύψουν.

### 2.5.2.1 Επιλέγοντας την κατάλληλη εργασία

Ένα από τα πρώτα στάδια είναι η εξέταση του υπάρχοντος συστήματος παραγωγής, έχοντας υπόψιν το προς εγκατάσταση ρομπότ. Σε αυτό το σημείο, είναι πολύ σημαντικό να εξαλειφθούν οι πιθανότητες εμφάνισης “μποτιλιαρισμάτων” στη διαδικασία παραγωγής, οι οποίες μπορούν να συμβούν ανεξάρτητα από τον αριθμό των ρομπότ που πρόκειται να εγκατασταθούν. Αυτό θα αποτελέσει και τη βάση για να αναγνωριστεί το πού μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα ρομπότ αποτελεσματικά.

Ορισμένα κριτήρια για την επιλογή εκείνης της εργασίας που θα εφαρμοστεί από το ρομπότ είναι τα παρακάτω:

1. Επιλογή μιας εργασίας που το ρομπότ να μπορεί να εκτελεί σε συνεχή βάση, χωρίς να απαιτούνται βασικές αλλαγές στην διαδικασία παραγωγής.
2. Εύκολη εισαγωγή του ρομπότ στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις από μηχανολογική άποψη και όσον αφορά τη συντήρηση του.
3. Αρκετή εργασία ώστε να δικαιολογείται η λειτουργία σε δύο βάρδιες, λαμβάνοντας υπόψιν την αυξημένη παραγωγικότητα με τα ρομπότ.

#### 2.5.2.2 Επιλογή του κατάλληλου ρομπότ

Το επόμενο στάδιο είναι η εύρεση του πιο κατάλληλου τύπου ρομπότ για την επιλεγόμενη εργασία. Υπάρχουν διεργασίες (π.χ. βαφή με ψεκασμό και ηλεκτροσυγκόλληση τόξου) που απαιτούν συγκεκριμένους τύπους ρομπότ και σε αυτές τις περιπτώσεις η διαδικασία επιλογής είναι σχετικά εύκολη. Σε άλλες εφαρμογές, όπως φόρτωση-εκφόρτωση μηχανών και συναρμολόγηση, τα χαρακτηριστικά του ρομπότ πρέπει να ταιριάζουν με τις απαιτήσεις της αντίστοιχης εφαρμογής.

Μια κοινή προσέγγιση για την επιλογή του κατάλληλου ρομπότ είναι το ξεκίνημα με τη συλλογή διαφόρων μοντέλων ρομπότ που είναι διαθέσιμα στην αγορά και η καταγραφή των χαρακτηριστικών τους. Το δεύτερο βήμα είναι να τεθεί κάποιο χαρακτηριστικό ως το πιο σημαντικό και να ξεκινήσει η διαδικασία επιλογής. Για παράδειγμα σε πολλές εφαρμογές φόρτωσης και χειρισμού, η ικανότητα ανύψωσης φορτίου (payload capacity) είναι καθοριστικός παράγοντας, ενώ για διεργασίες συναρμολόγησης σημαντικό ρόλο παίζει η ταχύτητα του ρομπότ και τότε η διαδικασία επιλογής του ρομπότ ξεκινά διαλέγοντας μια ομάδα ρομπότ που έχουν την επιτρεπτή ταχύτητα.

Το επόμενο βήμα είναι να απορριφθεί το ρομπότ με το συγκεκριμένο σύστημα συντεταγμένων που δεν ταιριάζει στην απαιτούμενη εφαρμογή. Για παράδειγμα, καρτεσιανά ρομπότ δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις περισσότερες διεργασίες φόρτωσης-εκφόρτωσης και χειρισμού. Άλλα σημαντικά κριτήρια εκτός του συστήματος συντεταγμένων, είναι ο αριθμός αξόνων, η επαναληψιμότητα, καθώς και οι περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ. θερμοκρασία χώρου εργασίας). Σε κάθε ένα από τα

παραπάνω στάδια απόφασης, ο αριθμός των υποψήφιων ρομπότ μειώνεται, και στο τέλος της διαδικασίας παραμένουν λίγα ρομπότ, στα οποία διεκπεραιώνεται μια οικονομική ανάλυση για να ληφθεί η τελική απόφαση του πιο κατάλληλου.

Για το πρόβλημα επιλογής του κατάλληλου ρομπότ, έχει επίσης αναπτυχθεί ένα σύστημα επιλογής ρομπότ για βιομηχανικές εφαρμογές, που χρησιμοποιεί κανόνες ασαφούς λογικής προκειμένου να μοντελοποιηθούν οι προτιμήσεις του αγοραστή και να προταθεί ένα σύνολο εναλλακτικών λύσεων αγοράς [3]. Η χρήση της ασαφούς λογικής στο παραπάνω πρόβλημα είναι ιδιαίτερα ελκυστική γιατί οι προτιμήσεις του αγοραστή, τόσο σε τεχνικά όσο και σε οικονομικά χαρακτηριστικά, δεν είναι διατυπωμένες με σαφήνεια και ακρίβεια και συνεπώς είναι λογικό να προσαρμοστεί η μεθοδολογία επιλογής στον ανθρώπινο τρόπο σκέψης (χρησιμοποιώντας ασαφή λογική).

### 2.5.2.3 Οικονομική ανάλυση της ρομποτικής επένδυσης

Η επιτυχία οποιασδήποτε βιομηχανικής επένδυσης, πρέπει να μετρηθεί σε σχέση με την οικονομική της απόδοση. Ακόμα και η πιο σύγχρονη καινοτομία που μπορεί να εφαρμοστεί στο χώρο της βιομηχανίας, θεωρείται αποτυχημένη εάν έχει προκαλέσει απώλεια κέρδους. Τα ρομπότ δεν αποτελούν εξαίρεση στον παραπάνω κανόνα. *Κάθε προτεινόμενη επένδυση στη ρομποτική πρέπει να εκτιμηθεί πρώτα οικονομικά, ανεξάρτητα από το πόσο προηγμένη τεχνολογία μπορεί να προσφέρει στη βιομηχανική παραγωγή.*

Αναμφισβήτητα, η επένδυση σε ρομπότ εμπεριέχει ένα μεγάλο ρίσκο το οποίο καλείται να πάρει ο αγοραστής. Δυστυχώς, ειδικές τεχνικές με τις οποίες ήταν δυνατό να πραγματοποιηθεί μία ακριβής εκτίμηση της επένδυσης, μειώνουν μόνο κατά ένα μικρό ποσοστό τους ενδοιασμούς του ενδιαφερόμενου. Ακόμα και ο καλύτερος σχεδιασμός για την επένδυση, μπορεί να μετατραπεί εξαιτίας μιας ξαφνικής και απρόσμενης αλλαγής της τάσης της αγοράς.

Προκειμένου να αναλύσουμε οικονομικά την εγκατάσταση ενός ρομπότ, πρέπει να λάβουμε υπόψιν το *συνολικό κόστος* του ρομποτικού συστήματος και τις προσδοκώμενες *οικονομίες* που θα επιφέρει.

Το συνολικό κόστος που έχει ένα ρομποτικό σύστημα, εκτός από το άμεσο κόστος αγοράς, περιλαμβάνει συχνά *πρόσθετα κόστη* όπως:

- ◆ Κόστος μηχανισμού της αρπάγης του ρομπότ, που συνήθως υπολογίζεται ξεχωριστά.
- ◆ Κόστος αισθητήρων, για την επιβεβαίωση ότι τα διάφορα εξαρτήματα και εργαλεία είναι σωστά τοποθετημένα και για την αντίληψη του χώρου εργασίας.
- ◆ Κόστος αλλαγών στο σχέδιο παραγωγής, απαραίτητων για την εγκατάσταση του ρομπότ (π.χ ανάγκες παροχής ηλεκτρικού ρεύματος, πεπιεσμένου αέρα, κ.λ.π. )
- ◆ Κόστος μηχανισμών τροφοδότησης ή άλλων απαραίτητων συστημάτων για να εισάγονται τα κομμάτια με τον προκαθορισμένο προσανατολισμό.
- ◆ Κόστος εκπαίδευσης του προσωπικού.
- ◆ Κόστος συντήρησης (για μια επιχείρηση που δεν έχει την απαιτούμενη οργάνωση και κατά συνέπεια χρειάζεται να δημιουργήσει κλάδο συντήρησης, να εκπαιδεύει προσωπικό κ.λ.π., το κόστος συντήρησης μπορεί να είναι υψηλό.)

Οι *οικονομίες* από την ρομποτική εγκατάσταση μπορούν να γενικευτούν στα παρακάτω:

*1. Αντικατάσταση εργασίας:* Η πρώτη δικαιολογία για τη χρήση ενός ρομπότ είναι ότι αντικαθιστά την ανθρώπινη εργασία. Αν και ο αγοραστής σπάνια ενδιαφέρεται να προστατέψει τους εργάτες από επικίνδυνες συνθήκες εργασίας, το βασικό του κίνητρο είναι η οικονομία των εργατικών, αντικαθιστώντας εργάτες με ρομπότ. Ακόμα καλύτερα στις περιπτώσεις που ένα μόνο ρομπότ μπορεί να λειτουργήσει για περισσότερες από μία βάρδιες, αυξάνοντας έτσι την δυνατότητα οικονομίας εργατικών. Για τον υπολογισμό της οικονομίας των εργατικών, λαμβάνονται υπόψιν τα εργατικά ημερομίσθια, όπως επίσης και έξοδα κοινωνικής ασφάλισης και άλλες πρόσθετες καταβολές.

2. *Βελτίωση της ποιότητας*: Η εργασία ενός ρομπότ είναι πιο αξιόπιστη και σταθερή, από αυτήν του ανθρώπινου εργάτη. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στη βελτίωση της ποιότητας για ορισμένες εφαρμογές. Αν είναι εφικτό, μπορεί να ποσοτικοποιηθεί η παραπάνω βελτίωση της ποιότητας, πολλαπλασιάζοντας τον προσδοκώμενο αριθμό των επιπρόσθετων αποδεκτών κομματιών σε ένα χρόνο, με το κόστος του κάθε κομματιού.
3. *Αύξηση της παραγωγικότητας*: Αν και υπάρχουν υπολογισμοί που λένε ότι με τη χρήση ρομπότ, η παραγωγικότητα αυξάνεται κατά 25%, είναι δύσκολο γενικά να ποσοτικοποιηθεί το ποσό της αύξησης. Είναι πάντως ιδιαίτερα σημαντικό, η αύξηση της παραγωγής, να ληφθεί υπόψιν σε περιπτώσεις όπου εξαιτίας της εξοικονομούνται επενδύσεις σε επιπρόσθετους κεφαλαιουχικούς εξοπλισμούς.

### ***Εκτίμηση της ρομποτικής επένδυσης με την περίοδο απόσβεσης***

Οι υπολογισμοί αποπληρωμής παίζουν και θα παίζουν πάντοτε ένα ρόλο στη λήψη αποφάσεων που αφορούν νέες επενδύσεις. Σε αυτή τη μέθοδο εκτίμησης μας ενδιαφέρει να υπολογίσουμε το χρόνο που απαιτείται (συνήθως μετρημένος σε χρόνια) για να γίνει η αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης στη ρομποτική εγκατάσταση. Κάθε αγοραστής θέτει τα δικά του όρια, για το ποια πρέπει να είναι η περίοδος απόσβεσης. Πολλά εξαρτώνται από τον τύπο της επιχείρησης και το είδος της ρομποτικής εφαρμογής, αλλά οι περισσότεροι αγοραστές εγκρίνουν μια ρομποτική επένδυση με περίοδο απόσβεσης ενός ή δύο χρόνων.

Η περίοδος απόσβεσης  $A$  είναι η συνολική επένδυση διά των καθαρών ετήσιων οικονομιών:

$$A = \frac{E}{O - M}$$

όπου,

- $E$  είναι η συνολική επένδυση (κόστος αγοράς ρομπότ, συν πρόσθετα κόστη)
- $O$  είναι οι συνολικές ετήσιες οικονομίες (εργατικά, βελτίωση της ποιότητας, αύξηση της παραγωγής), και
- $M$  το ετήσιο κόστος συντήρησης.

Το παρακάτω παράδειγμα θα βοηθήσει στην κατανόηση των εννοιών :

“Μια επιχείρηση εξετάζει το ενδεχόμενο αγοράς ενός ρομπότ για την φόρτωση εργαλειομηχανών, με τιμή αγοράς 18.000.000 δρχ. Το ρομπότ θα αντικαταστήσει έναν εργάτη, ο οποίος δουλεύει 250 ημέρες το χρόνο σε οκτάωρη βάρδια, με μισθό 4.500 δρχ. την ώρα, συμπεριλαμβανομένου των εργοδοτικών εισφορών. Αντίθετα το ρομπότ για τη λειτουργία και συντήρηση του κοστίζει 500 δρχ. την ώρα. Το ρομπότ για την συγκεκριμένη εφαρμογή πρέπει να περιλαμβάνει ένα ειδικό μηχανισμό αρπάγης και αισθητήρες, που κοστίζουν 1.850.000 δρχ. και 500.000 δρχ., αντίστοιχα. Δεν αναμένονται αυξήσεις στην παραγωγή ή βελτιώσεις στη ποιότητα των προϊόντων. Η επιχείρηση κανονικά, λειτουργεί με μία οκτάωρη βάρδια την ημέρα, αλλά μπορεί να επιλέξει την αύξηση λειτουργίας σε δύο βάρδιες, όταν η ζήτηση για παραγωγή είναι αρκετή.”

Στην παραπάνω περίπτωση έχουμε τα εξής :

- Συνολική επένδυση στο ρομπότ και τα εξαρτήματα του  $E = 20.350.000$  δρχ. (τιμή αγοράς συν κόστος αρπάγης και αισθητήρων).
- Οι ετήσιες οικονομίες σε εργατικά  $O$  υπολογίζονται βάσει του μισθού των 4.500 δρχ. την ώρα των εργατών.
- Το ετήσιο κόστος συντήρησης υπολογίζεται βάσει των 500 δρχ. την ώρα που απαιτεί η συντήρηση του ρομπότ.
- Υπάρχουν 250 ημέρες εργασίας το χρόνο, που περιέχουν μία ή δύο οκτάωρες βάρδιες.

$\Rightarrow$  *Πρώτη Περίπτωση - Λειτουργία σε μία βάρδια.*

$$A = \frac{20350000}{4500(250 \times 8) - 500(250 \times 8)} = 2,54 \text{ χρόνια}$$

$\Rightarrow$  *Δεύτερη περίπτωση - Λειτουργία σε δύο βάρδιες.*

$$A = \frac{20350000}{4500(250 \times 16) - 500(250 \times 16)} = 1,27 \text{ χρόνια}$$

Έτσι λοιπόν, αν το ρομπότ λειτουργήσει σε μία οκτάωρη βάρδια, η περίοδος απόσβεσης είναι περίπου 2,5 χρόνια, γεγονός που πιθανώς θα ικανοποιήσει την επιχείρηση. Αν πάντως, οι προβλέψεις των πωλήσεων και τα σχέδια παραγωγής απαιτήσουν λειτουργία σε δύο βάρδιες, ο χρόνος απόσβεσης μειώνεται σε (μόνο!) 1,3 χρόνια γεγονός που δικαιολογεί την, χωρίς αμφιβολίες, τελική απόφαση για την αγορά του ρομπότ. Τέλος, πρέπει να επισημάνουμε ότι *είναι τυπικό για τα περισσότερα ρομπότ που λειτουργούν σε δύο βάρδιες, να έχουν περίοδο απόσβεσης μικρότερη από δύο χρόνια.*

### 2.5.3 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

#### 2.5.3.1 Το σχέδιο εγκατάστασης

Μόλις παρθεί η απόφαση για την εγκατάσταση ενός ρομπότ, πρέπει να ξεκινήσει και ο σχεδιασμός για την πραγματοποίησή της. Ο παραπάνω σχεδιασμός, πρέπει να περιέχει όλα εκείνα τα σημεία που σχετίζονται με την εγκατάσταση, τον προγραμματισμό, και τη δοκιμή του ρομπότ. Ένα *τυπικό σχέδιο εγκατάστασης* είναι το παρακάτω:

1. Διακοπή του παρόντος συστήματος
2. Προετοιμασία του χώρου που προορίζεται για την εγκατάσταση του ρομπότ.
3. Αναθεώρηση του ελέγχου και του συστήματος παραγωγής για την μέγιστη δυνατή χρήση του ρομπότ και την επίτευξη των στόχων που θέτονται για το σύστημα.
4. Τοποθέτηση προφυλακτικών μπαρών και μέτρων ασφάλειας.
5. Οργάνωση εκπαίδευσης ή επανεκπαίδευσης του προσωπικού.
6. Σχεδιασμός και στήσιμο νέων καλουπιών και εγκαταστάσεων στο χώρο του ρομπότ.
7. Αναθεώρηση των υπάρχουσων διαδικασιών ελέγχου ποιότητας.

Οι παραπάνω ενέργειες δεν είναι απαραίτητο να γίνουν με τη συγκεκριμένη σειρά που δίνονται, είναι όμως όλες σημαντικές και χρειάζονται προσοχή.

#### 2.5.3.2 Η εγκατάσταση

Η εγκατάσταση του ρομπότ αποτελεί το τελικό στάδιο της διαδικασίας εφαρμογής του. Είναι σημαντικό, το στάδιο αυτό να κυμαίνεται στα χρονικά πλαίσια που απαιτούνται προκειμένου να πραγματοποιηθεί ο έλεγχος του εξοπλισμού του ρομπότ, όταν παραδίδεται για εγκατάσταση. *Οποιαδήποτε έλλειψη απόδοσης παρουσιαστεί στα διάφορα εξαρτήματα, δεν πρέπει να αγνοηθεί, διότι αυτό θα προκαλέσει μια σειρά προβλημάτων στα επόμενα στάδια.* Είναι γεγονός πάντως ότι κατά την διάρκεια της εγκατάστασης, οι χρονικοί περιορισμοί οδηγούν πολύ συχνά στην παράλειψη κάποιου στοιχείου προκειμένου να συνεχιστεί και να επισπευθεί η ολοκλήρωση του σχεδίου εγκατάστασης.

Παρόλα αυτά πρέπει να γίνονται έλεγχοι οι οποίοι είναι απαραίτητο να περιλαμβάνουν τα εξής:

- Είναι δυνατό οι μεταφορείς να διατηρούν την ταχύτητα τους όταν κινούνται υπό την επίδραση φορτίου και μπορεί η ταχύτητα αυτή να προσδιοριστεί με ακρίβεια;
- Δουλεύουν σωστά οι βραχίονες και οι αρπάγες;

Δεν έχει σημασία το πόσο μικρό είναι το κάθε εξάρτημα του ρομπότ. Θα πρέπει να ελεγχθεί προσεχτικά πριν την συναρμολόγηση, διότι διαφορετικά είναι πολύ πιθανό να παρουσιαστούν προβλήματα κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης. Αυστηρός έλεγχος πρέπει να διατηρείται στη ροή της εγκατάστασης και κάθε πρόβλημα που εμφανίζεται πρέπει να αντιμετωπίζεται και να επιλύεται πριν τη συνέχεια της διαδικασίας.

### 2.5.3.3 Οι δοκιμές

Η χρονική διάρκεια των δοκιμών, όπως είναι φανερό, ποικίλει ανάλογα με τον αριθμό των πιθανών μηχανών και των συσκευών που βρίσκονται περιφερειακά σε κάθε κελί. Για να γίνει η παραπάνω χρονική διάρκεια όσο το δυνατό ελάχιστη, συνηθίζεται ο προμηθευτής να στήνει το κελί στους δικούς του χώρους και να “τρέχει” ένα μέρος της εργασίας που θα εκτελεί το ρομπότ, παρουσία του αγοραστή, έτσι ώστε να επιβεβαιώσει την άψογη λειτουργία του. Το τελικό “τρέξιμο” γίνεται για να εξαιρεθούν τυχόν λάθη του συστήματος, πριν αυτό παραδωθεί στον αγοραστή. Η



διαδικασία των δοκιμών είναι πάντοτε μια πολύ σημαντική περίοδος για τους μηχανικούς συντήρησης και τους προγραμματιστές της επιχείρησης που αγοράζει το ρομπότ, οι οποίοι θα πρέπει να παρακολουθήσουν τον τρόπο εγκατάστασης του κελιού και να ρωτήσουν οποιαδήποτε ερώτηση αφορά τα μέρη του συστήματος.

#### **2.5.3.4 Συντήρηση**

Τυπικά νούμερα που αντλήθηκαν για τη συντήρηση δίνουν γύρω τις 10.000 ώρες ως κύκλο ζωής των καλωδίων σύνδεσης και συντελεστή βλάβης 0,03 που αντιπροσωπεύει μια βλάβη κάθε 33 μήνες. Ο παραπάνω συντελεστής βελτιώνεται καθώς πρόσφατες μελέτες από τους κατασκευαστές ρομπότ δίνουν τιμή γύρω στο 0,02 ή μία βλάβη κάθε 50 μήνες.

Συνήθως ο μηχανικός συντήρησης θα πρέπει να κάνει κανονικούς ελέγχους, από τον μηνιαίο έλεγχο λίπανσης έως τους ανά τρίμηνο, μισό χρόνο και ετήσιους ελέγχους, που γίνονται όλο και πιο απαραίτητοι καθώς περνάει ο χρόνος. Μεγάλο μέρος από τους παραπάνω ελέγχους περιορίζεται με την χρήση κινητήρων άμεσης κίνησης (direct drive motors), οι οποίοι δεν χρειάζονται συντήρηση.

## 2.6 ΔΙΕΘΝΗ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

### 2.6.1 ΧΩΡΕΣ ΜΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΡΟΜΠΟΤ

Πριν εξεταστούν οι ρομποτικές εγκαταστάσεις σε διεθνές επίπεδο, πρέπει να γίνει μια αναφορά σε εκείνες τις χώρες που, έχοντας αναπτύξει την κατάλληλη τεχνολογία έχουν γίνει πρωτοπόρες στην παραγωγή (και φυσικά στη χρήση) ρομπότ [4], ξεκινώντας με την *Ιαπωνία*.

Η ιαπωνική παραγωγή βιομηχανικών ρομπότ ξεκίνησε να αναπτύσσεται με γρήγορους ρυθμούς από τις αρχές της δεκαετίας του '70, έτσι ώστε η χώρα αυτή να είναι σήμερα *ο πρώτος παραγωγός και χρήστης ρομπότ*, καθώς επίσης και ο πρώτος στον κόσμο παραγωγός αυτοματοποιημένου εξοπλισμού, ελεγχόμενο με ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Πολλές από τις ιαπωνικές επιχειρήσεις που ασχολούνται με την παραγωγή ρομπότ, αποτελούν τμήματα μεγαλύτερων εταιρειών. Έτσι, τα τμήματα παραγωγής ρομπότ είναι ενσωματωμένα σε πολύ μεγαλύτερα βιομηχανικά συγκροτήματα που είναι τα ίδια χρήστες ρομπότ. Από πλευράς μεγέθους, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η Kawasaki είναι ο μεγαλύτερος κατασκευαστής βιομηχανικών ρομπότ στην Ιαπωνία, με δεύτερη την εταιρεία Yaskawa Electric Manufacturing Company, ακολουθούμενη από τη Hitachi, τη Mitsubishi, την Kobe Steel και τη Fanuc.

Από την άλλη μεριά, στις *Ηνωμένες Πολιτείες* η παραγωγή βιομηχανικών ρομπότ έχει βασιστεί γενικά σε ανεξάρτητες παραγωγικές εταιρείες, που δεν χρησιμοποιούν τα ίδια τους τα προϊόντα. Οι δύο μεγαλύτεροι παραγωγοί είναι οι εταιρείες Unimation Cincinnati-Milacron (CM), ενώ πολλές από τις μεγαλύτερες εταιρείες (General Motors, IBM, General Electric) έχουν μπει στην παραγωγή βιομηχανικών ρομπότ, με την οργάνωση ιδιαίτερων τμημάτων στα πλαίσια των επιχειρήσεων τους (τμήματα με σκοπό την εξειδίκευση στα ρομπότ) και με τη σύναψη συμφωνιών με ξένους (συνήθως Ιάπωνες) παραγωγούς, με τους οποίους ανταλλάσσουν τεχνολογία.

Στην *Ευρώπη*, όπως και στην Ιαπωνία, πολλές μεγάλες εταιρείες, χρήστες βιομηχανικών ρομπότ, παράγουν οι ίδιες τα ρομπότ που χρειάζονται. Οι ηγετικές

παραγωγές χώρες στην Ευρώπη είναι η Σουηδία (η τρίτη μεγαλύτερη παραγωγός χώρα στο κόσμο, μετά την Ιαπωνία και τις Η.Π.Α.) και η Γερμανία. Άλλες σημαντικές χώρες είναι η Νορβηγία, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Γαλλία, η Ιταλία, και η Αυστρία.

Η Σουηδία είναι ο πρώτος ευρωπαίος παραγωγός ρομπότ και η μόνη ευρωπαϊκή χώρα με μεγάλη διεθνή παρουσία στο πεδίο των πωλήσεων των ρομπότ. Ο κυριότερος εγχώριος παραγωγός είναι η εταιρεία ABB (Asea Brown Boveri) με σημαντικό μερίδιο αγοράς στην Ιαπωνία και στις Η.Π.Α.. Η σουηδική αυτή εταιρεία κατέχει σήμερα το μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς στις πωλήσεις ρομπότ ηλεκτροσυγκόλλησης τόξου και συγκαταλέγεται στους κορυφαίους πέντε παραγωγούς ρομπότ σημειακής ηλεκτροσυγκόλλησης (πονταρίσματος).

Στη Γερμανία, από τους περίπου 20 εγχώριους παραγωγούς βιομηχανικών ρομπότ, ο μεγαλύτερος είναι η εταιρεία Volkswagen (της οποίας οι πωλήσεις κατά ένα μεγάλο μέρος είναι εσωτερικές) ακολουθούμενη από την εταιρεία KUKA, ενώ μεγάλες ηλεκτρομηχανικές εταιρείες, όπως η Siemens, έχουν ιδρύσει θυγατρικές επιχειρήσεις με σκοπό την παραγωγή ρομπότ.

Τέλος στη Γαλλία υπάρχουν περίπου 12 εταιρείες που παράγουν ρομπότ. Οι εταιρείες αυτές είναι μικρές και εξειδικευμένες. Η μόνη εξαίρεση είναι η Renault η οποία μέσω της ACMA, είναι παραγωγός σε μεγάλη κλίμακα. Η Renault απορροφά περίπου το 50% της παραγωγής της και διαθέτει το υπόλοιπο, κυρίως, σε άλλες αυτοκινητοβιομηχανίες, περιλαμβανομένων της Peugeot, της Citroen στην Ισπανία και της Volvo στο Βέλγιο.

Συμπερασματικά, πρέπει να σημειώσουμε ότι *οι περισσότερες εταιρείες παραγωγής βιομηχανικών ρομπότ είναι εταιρείες που τα παράγουν και ταυτόχρονα τα χρησιμοποιούν*. Αυτό φαίνεται ακόμα πιο έντονα, στις ευρωπαϊκές χώρες, για παράδειγμα η Renault στη Γαλλία, η Volkswagen στη Γερμανία, ακόμα και η Fiat στην Ιταλία (που δεν προαναφέρθηκε), οι οποίες μολονότι είναι σημαντικοί παραγωγοί ρομπότ, δεν έχουν σημαντική επίδραση στην ελεύθερη αγορά. *Μια τέτοια*

*δομή της παραγωγής μπορεί να επιβραδύνει την εξάπλωση της ρομποτικής και να αποθαρρύνει πιθανές εφαρμογές από άλλες επιχειρήσεις που δεν είναι χρήστες ρομπότ.*

## 2.6.2 Ο ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ

Η επίδραση παραγόντων όπως η αύξηση της παραγωγικότητας, η μείωση του κόστους εργασίας, η βελτίωση των συνθηκών εργασίας, η έλλειψη εργατικού δυναμικού και η ευελιξία της παραγωγικής διαδικασίας, έχει οδηγήσει σε μια σημαντική αύξηση των ρομποτικών εγκαταστάσεων, η οποία ξεκίνησε από τα τέλη της δεκαετίας του '70 και επιταχύνθηκε κατά τη δεκαετία του '80.

Είναι γενικά δύσκολο να δώσουμε συγκεκριμένα νούμερα σχετικά με τον αριθμό των ρομπότ που έχουν εγκατασταθεί σε βιομηχανίες ανά τον κόσμο, από τη στιγμή που αυτά τα νούμερα δεν είναι εύκολο να αποκτηθούν και καθημερινά αλλάζουν. Κάποια ενδεικτικά στοιχεία μπορούν να προσκομισθούν από ινστιτούτα ρομποτικής σε διάφορες χώρες.

Ο παγκόσμιος ρομποτικός πληθυσμός βιομηχανικών ρομπότ αυξήθηκε από τα 1.000 περίπου, το 1970, στα 20.000 το 1981 και στα 400.000 το 1991. Η σχετική ανάπτυξη παρουσίασε σημαντικές διαφορές από χώρα σε χώρα (βλ. Πίνακα 2.1). Σήμερα, το μεγαλύτερο μέρος του παγκόσμιου αποθέματος βιομηχανικών ρομπότ βρίσκεται στην Ιαπωνία [4].

ΧΩΡΑ	1974	1978	1980	1981	1982	1985	1990	1991
Ιαπωνία	1500	1300	6000	9500	13000	93000	274210	324895

<b>ΗΠΑ</b>	1200	2500	3500	4500	6250	20000	41304	-
<b>Σουηδία</b>	85	800	1133	1700	1300	2046	3791	4100
<b>Γερμανία</b>	130	450	1200	2300	3500	8800	28240	34140
<b>Ιταλία</b>	90	-	400	450	790	4000	12500	14536
<b>Αγγλία</b>	50	125	371	713	1152	3208	6418	7165
<b>Γαλλία</b>	30	-	580	790	950	4150	8551	9808
<b>Σύνολο</b>	3085	5175	13184	19953	26942	135204	375014	394644

**Πίνακας 2.1** Εκτιμήσεις του ρομποτικού πληθυσμού σε διάφορες χώρες.

Ένα μέτρο του ρυθμού ρομποτοποίησης είναι ο αριθμός των ρομπότ που χρησιμοποιούνται ανά εργάτη (βλ. Πίνακα 2.2). Κάτω από το πρίσμα αυτό, ο ρυθμός διείσδυσης στη Σουηδία είναι σημαντικά υψηλός, τονωμένος ίσως από το σχετικά υψηλό κόστος εργασίας και την ανάγκη των επιχειρήσεων, που είναι σε μεγάλο βαθμό εξαγωγικά προσανατολισμένες, να διατηρήσουν την ανταγωνιστικότητά τους, αλλά και από μια κυβερνητική πολιτική η οποία έχει ενθαρρύνει την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών αυτοματισμού [5].

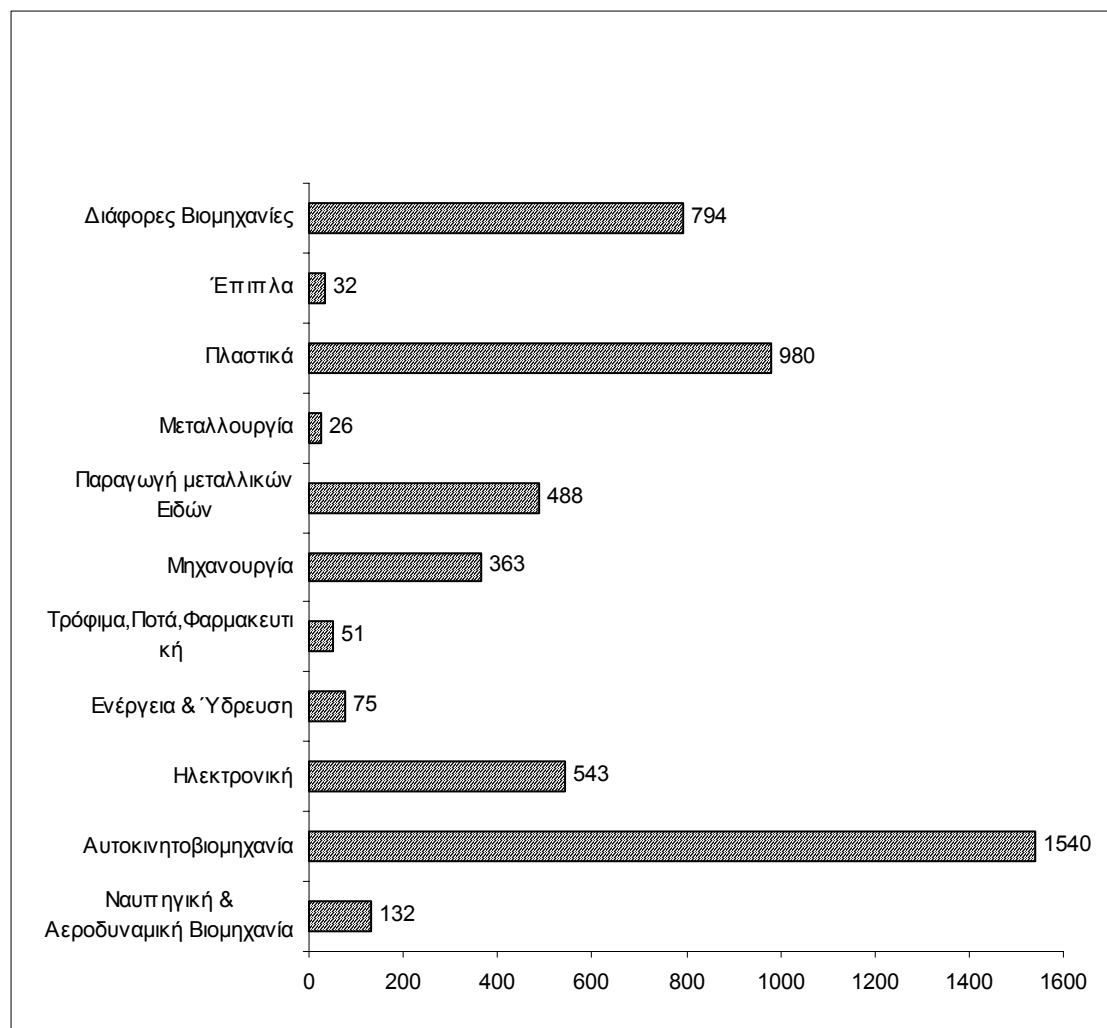
<b>ΧΩΡΑ</b>	<b>1974</b>	<b>1978</b>	<b>1980</b>	<b>1981</b>
<b>Ιαπωνία</b>	1,9	4,2	8,3	13
<b>Η.Π.Α.</b>	0,8	2,1	3,1	4
<b>Σουηδία</b>	<b>1,3</b>	<b>13,2</b>	<b>18,7</b>	<b>30</b>
<b>Γερμανία</b>	0,4	0,9	2,3	4,6
<b>Αγγλία</b>	0,1	0,2	0,6	1,2
<b>Γαλλία</b>	0,1	0,2	1,1	1,9

**Πίνακας 2.2** Ρομπότ ανά 10.000 εργαζόμενους στη βιομηχανία.

### 2.6.3 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΧΡΗΣΤΕΣ ΡΟΜΠΟΤ

Ο μεγαλύτερος χρήστης βιομηχανικών ρομπότ, στις περισσότερες χώρες που διαθέτουν σήμερα ένα σχετικά μεγάλο ρομποτικό πληθυσμό, είναι η *αυτοκινητοβιομηχανία*. Η τάση αυτή είναι αρχικά αποτέλεσμα των τεχνολογικών εξελίξεων στη ρομποτική, που αρχικά είχαν συγκεντρωθεί σε εφαρμογές σημειακής ηλεκτροσυγκόλλησης και βαφής, περιοχές που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την αυτοκινητοβιομηχανία. Επίσης η ανάγκη των παραγωγών αυτοκινήτων να αυξήσουν την παραγωγικότητα, να βελτιώσουν την ποιότητα και να μειώσουν το εργατικό κόστος, τόνωσαν τις ρομποτικές εφαρμογές που σχετίζονται με την παραγωγή αυτοκινήτων.

Το ενδεχόμενο εύρος της εφαρμογής των ρομπότ γίνεται προφανές με τη βοήθεια του Σχήματος 2.3 που δίνει λεπτομερή στοιχεία για τον αριθμό των εγκατεστημένων ρομπότ στο Ηνωμένο Βασίλειο σε διάφορους βιομηχανικούς κλάδους, μέχρι το Δεκέμβριο του 1988, όπως δημοσιεύθηκαν από το Βρετανικό Ινστιτούτο Ρομποτικής. ενώ ο Πίνακας 2.3 δίνει την κατανομή σε εφαρμογές των 731 εγκατεστημένων ρομπότ στο Ηνωμένο Βασίλειο κατά το έτος 1988 [6].



**Σχήμα 2.1** Συνολικός αριθμός εγκατεστημένων ρομπότ στο Ηνωμένο Βασίλειο μέχρι τον Δεκέμβριο του 1988.

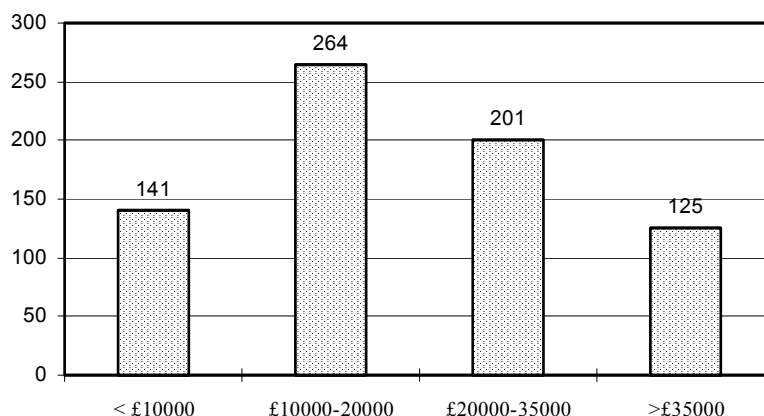
Συνολικά μέχρι το 1988, είχαν γίνει 5.034 ρομποτικές εγκαταστάσεις και όπως ήταν αναμενόμενο, η αυτοκινητοβιομηχανία κατέχει τον μεγαλύτερο ρομποτικό πληθυσμό, ακολουθούμενη από το κλάδο των πλαστικών.

Εφαρμογές	Αριθμός ρομπότ
Επένδυση Επιφανειών	25
Σημειακή Ηλεκτροσυγκόλληση	27
Ηλεκτροσυγκόλληση Τόξου	121
Τρόχισμα - Καθαρισμός	11
Συναρμολόγηση	58
Χύτευση	3
Έγχυση σε καλούπια	121
Φόρτωση Μηχανών	190
Φόρτωση Πρεσσών	5
Επιθεώρηση - Έλεγχος	32
Διαχείριση Υλικών - Παλετάρισμα	42
Εκπαίδευση - Έρευνα	50
Σφράγισμα - Στεγανοποίηση	16
Κοπή με Laser	14
Κοπή με προβολή νερού	3
Άλλες εφαρμογές	13

**Πίνακας 2.3** Κατανομή σε εφαρμογές των 731 ρομποτικών εγκαταστάσεων που έγιναν στο Ηνωμένο Βασίλειο κατά το έτος 1988.

Παρατηρώντας τον Πίνακα 2.3, φαίνεται ότι από τα 731 ρομπότ που εγκαταστάθηκαν το 1988, τα περισσότερα (με ποσοστό 31,7%) είναι σε εφαρμογές φόρτωσης μηχανών, γεγονός που δεν εκπλήττει αφού η φόρτωση και εκφόρτωση μηχανών είναι διαδικασίες πολλές φορές επικίνδυνες, που απαιτούν επαναλήψεις και που μπορούν να εκτελεστούν σχετικά εύκολα από απλά και φθηνά ρομπότ. Αυτό επιβεβαιώνεται και από το Σχήμα 2.2, στο οποίο φαίνεται ότι το 36% των 731 εγκατεστημένων ρομπότ έχουν κόστος μεταξύ £10.000 και £20.000.





**Σχήμα 2.2** Κόστος των εγκατεστημένων ρομπότ στο Ηνωμένο Βασίλειο το έτος 1988.

Γενικότερα όμως, οι εφαρμογές ηλεκτροσυγκόλλησης (σημειακής και τόξου), αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό των ρομποτικών εγκαταστάσεων που έχουν γίνει σήμερα, ακολουθούμενες από τη βαφή και την επεξεργασία των μετάλλων. Τα κίνητρα που έχουν τονώσει το μεγάλο ποσοστό εφαρμογών στους παραπάνω τομείς είναι η έλλειψη ειδικευμένων εργατικών χεριών και η ανάγκη βελτίωσης των κακών συνθηκών εργασίας.

Μια αξιοσημείωτη άποψη της εφαρμογής των ρομποτικών εγκαταστάσεων σε διάφορες χώρες είναι αυτή που αναφέρεται στη συγκέντρωση των χρηστών. Στη Σουηδία, για παράδειγμα, τα ρομπότ είναι συγκεντρωμένα σε λίγες μεγάλες εταιρείες, έτσι ώστε οι επτά μεγαλύτεροι χρήστες ρομπότ να κατέχουν το 45% του όλου ρομποτικού πληθυσμού. Ένα παρόμοιο πρότυπο κατανομής υπάρχει και σε άλλες χώρες, στις οποίες περιλαμβάνονται και αυτές που έχουν μικρό ρομποτικό πληθυσμό. Η συγκέντρωση αυτή εξηγείται από το γεγονός ότι οι αυτοκινητοβιομηχανίες υπήρξαν οι κυριότεροι χρήστες ρομπότ στις πιο πολλές χώρες, καθώς επίσης και από το ότι οι μεγαλύτερες επιχειρήσεις χρησιμοποιούν γραμμές παραγωγής και συνεπώς μπορούν να ενσωματώσουν πολλαπλές ρομποτικές εγκαταστάσεις και να χρησιμοποιήσουν σε ολοκληρωμένα εργοστάσια διάφορους τύπους ρομπότ.

#### 2.6.4 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΡΟΜΠΟΤΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΟ ΚΟΣΜΟ

1. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η General Electric έχει εγκαταστήσει ρομπότ στις παραγωγικές της εγκαταστάσεις οικιακών συσκευών, κυρίως για την εκτέλεση αρκετά απλών καθηκόντων. Το 1981 η General Electric σχεδίασε να δαπανήσει 5,1 δισ. δολάρια, με στόχο την *ετήσια εξοικονόμηση εργατικών και υλικών 2,6 δισ. δολαρίων* (δηλαδή με μια περίοδο αποπληρωμής δύο ετών). Οικονομίες του είδους αυτού έδωσαν στην εταιρεία ένα σημαντικό κίνητρο για παραπέρα ρομποτικές εφαρμογές, αλλά από το άλλο μέρος, είχαν σημαντική επίπτωση στον αριθμό των απασχολούμενων.
2. Η ιαπωνική εταιρεία Hitachi, που παράγει μια παραπλήσια με τη General Electric σειρά προϊόντων, ανέλαβε μια εκτεταμένη ανάλυση της παραγωγικής διαδικασίας που ακολουθείται στα εργοστάσια της, η οποία οδήγησε στη διαπίστωση ότι οι σχετικές με τη συναρμολόγηση εργασίες απορροφούν το 35% του ολικού αριθμού των ωρών εργασίας. Εκτιμήθηκε ότι *η αυτοματοποίηση των εργασιών συναρμολόγησης θα μπορούσε να μειώσει τους ασχολούμενους με τη συναρμολόγηση κατά 30% και να ασκήσει μια ουσιαστική επίδραση στην παραγωγικότητα*. Έτσι, η Hitachi αποδύθηκε σε ένα εκτεταμένο πρόγραμμα έρευνας και ανάπτυξης για την κατασκευή ενός ευφυούς ρομπότ συναρμολόγησης.
3. Ένας παραγωγός πλαισίων καθισμάτων αυτοκινήτου στην Ιαπωνία, αυτοματοποίησε τη διαδικασία συγκόλλησης με τη χρησιμοποίηση ρομπότ και *η παραγωγικότητα της εργασίας τετραπλασιάστηκε, με ταυτόχρονη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων*.
4. Ένας Γάλλος παραγωγός ντουλαπιών κουζίνας, ρομποτοποίησε τη γραμμή της βαφής για το βερνίκωμα της πόρτας των ντουλαπιών που παρήγαγε. Το αποτέλεσμα ήταν *οικονομία βερνικιού κατά 50% και επεξεργασία 12.000 θυρών την ημέρα από έξι εργάτες με την εγκατάσταση δύο ρομπότ στη θέση 100 εργατών*.
5. Το σύστημα Robogate της Fiat-Comau πρόσφερε ευελιξία, επιτρέποντας την παραγωγή τεσσάρων διαφορετικών μοντέλων στην ίδια εγκατάσταση χωρίς διακοπή της παραγωγικής διαδικασίας. Το σύστημα αυτό μείωσε το κόστος παραγωγής, αφού δεν απαιτούσε αλλαγή εργαλείων ή τροποποιήσεις του εξοπλισμού.
6. Η Peugeot έχει αυτοματοποιήσει το σύστημα της χύτευσης υπό πίεση σε μόνιμες μήτρες για σώματα κυλίνδρων κινητήρων από αλουμίνιο, καθώς και τα

περιβλήματα του συστήματος οδήγησης, με αποτέλεσμα την *αύξηση του ρυθμού παραγωγής των σωμάτων κυλίνδρων κινητήρων κατά 50% και των περιβλημάτων του συστήματος οδήγησης κατά 35%*. Τα αυτοματοποιημένα συστήματα περιλαμβάνουν τη χρήση ενός ρομπότ στο κέντρο χύτευσης σε μήτρες, το οποίο οδήγησε στην εξοικονόμηση τριών εργατών ανά βάρδια.

### **2.6.5 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΤΩΝ ΡΟΜΠΟΤΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΠΟ ΕΘΝΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ**

Οι εθνικές πολιτικές στο θέμα των ρομποτικών εγκαταστάσεων και των λοιπών μορφών ευέλικτου αυτοματισμού ασχολούνται κυρίως με *τη διευκόλυνση των εφαρμογών, με την τόνωση της εγχώριας παραγωγικής δυναμικότητας και με την προώθηση εργασιών βασικής έρευνας και ανάπτυξης*.

Ως προς τις εφαρμογές και την τόνωση της εξάπλωσης των βιομηχανικών ρομπότ, πολλές κυβερνήσεις αναγνώρισαν πολύ νωρίς την *ανάγκη ενημέρωσης των επιχειρήσεων σχετικά με τις ευκαιρίες που προσφέρουν η ρομποτική και άλλες νέες μορφές ευέλικτου αυτοματισμού, για τη βελτίωση της ποιότητας, την αύξηση της παραγωγικότητας και τη μείωση του κόστους, καθώς επίσης σχετικά με τις δυνατότητες των ρομπότ στη βελτίωση των συνθηκών εργασίας*. Έτσι, για παράδειγμα, στο Ηνωμένο Βασίλειο ένας σημαντικός στόχος της κυβερνητικής υποστήριξης προς τη ρομποτική είναι η *αύξηση του βαθμού ενημέρωσης των πιθανών χρηστών*. Για την επίτευξη του παραπάνω στόχου, γίνονται *παροχές συμβούλων, επιδείξεις ρομποτικών συστημάτων και σεμινάρια με θέματα αυτοματισμού για διοικητικά στελέχη*. Η κυβερνητική υποστήριξη προς τη ρομποτική ανέρχεται κάθε χρόνο στο 1,3 εκ. λίρες Αγγλίας.

Παρά την ανάγκη για ενημέρωση όμως, *έχουν αναγνωρισθεί και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν ειδικότερα οι μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις στην προσπάθεια εγκατάστασης ρομπότ σε νέους τύπους εφαρμογών*. Για αυτού του τύπου επιχειρήσεων, όπου η πείρα είναι περιορισμένη, παρουσιάζονται εμπόδια (π.χ. έλλειψη τεχνικών γνώσεων, υψηλό αρχικό κόστος, κ.λ.π.) που δεν αντιμετωπίζουν οι

μεγαλύτερες επιχειρήσεις. Έτσι, διάφορες πολιτικές αντιμετώπισης τέτοιων περιπτώσεων αφορούν την παροχή οικονομικών και άλλων διευκολύνσεων. Για παράδειγμα:

- Στην Ιαπωνία έχει εφαρμοστεί ένα ειδικό πρόγραμμα φορολογικής απαλλαγής του 10% της τιμής αγοράς βιομηχανικών ρομπότ. Επίσης, ο Οργανισμός Δανειοδότησης Μικρών Επιχειρήσεων βοηθάει τις μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις να αντικαταστήσουν τα εργατικά χέρια με ρομπότ, σε περιοχές δραστηριοτήτων που παρουσιάζονται προβλήματα ασφάλειας ή υγείας.
- Στη Γαλλία, η Επιτροπή Ανάπτυξης Στρατηγικών Βιομηχανιών (CODIS) έχει αναγνωρίσει τα βιομηχανικά ρομπότ (και τα αυτοματοποιημένα συστήματα παραγωγής, γενικά) σαν περιοχή θεμελιώδους σημασίας. Η επιτροπή CODIS έχει ως βασικό ρόλο τον συντονισμό των κυβερνητικών χρηματικών ενισχύσεων, τονίζοντας την ανάγκη βελτίωσης της διεθνούς ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων.

Μολονότι στις περισσότερες χώρες η τόνωση των εφαρμογών αποτελεί τον βασικό πολιτικό στόχο, η ενίσχυση της εγχώριας παραγωγής ρομπότ είναι και αυτή αντικείμενο της κρατικής υποστήριξης. Η υποστήριξη του είδους αυτού βασίζεται συχνά στην παραδοχή ότι η εγχώρια παραγωγική δυνατότητα είναι εν μέρει αναγκαία προκειμένου να εξασφαλιστεί μία επαρκής αύξηση της διάχυσης του αυτοματισμού και η επιτυχής εφαρμογή του στην εθνική βιομηχανία. Για παράδειγμα, στη Γαλλία, αποδίδεται σημασία στην τόνωση της εγχώριας παραγωγής ρομπότ, ενώ και στο Ηνωμένο Βασίλειο η τόνωση της παραγωγής ρομπότ αποτελεί σημαντικό στόχο της κυβερνητικής βοήθειας. Στην τελευταία αυτή περίπτωση παρέχεται οικονομική ενίσχυση σε ειδικά σχέδια που αφορούν τη σχεδίαση και ανάπτυξη από Βρετανούς κατασκευαστές ενός νέου βιομηχανικού ρομπότ και του εξοπλισμού του, μέχρι του σημείου της εμπορικής παραγωγής. Η ενίσχυση αυτή έχει τη μορφή παροχής ίσης με το ένα τρίτο του συνολικού κόστους του σχεδίου.

### **3. ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

#### **3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Σε σχέση με το διεθνή χώρο, *οι εφαρμογές της ρομποτικής στην Ελλάδα είναι περιορισμένες*. Η ιδιαιτερότητα στην ελληνική βιομηχανία είναι ότι το πεδίο δράσεως των αυτοματισμών των παραγωγικών διαδικασιών, δεν έχει διευρυνθεί στα μέτρα που ακολούθησαν οι βιομηχανίες του εξωτερικού.

Η διεθνής οικονομική και τεχνολογική πραγματικότητα απαιτεί την *όλο και μεγαλύτερη ολοκλήρωση της βιομηχανικής παραγωγής μέσω των νέων τεχνολογιών όπως για παράδειγμα της ρομποτικής*. Οι αυξανόμενες απαιτήσεις για ανταγωνιστικότητα και παραγωγικότητα ωθούν τις ελληνικές επιχειρήσεις, στην προσπάθεια για ένα άνοιγμα στις τεχνολογικές καινοτομίες και εφαρμογές. Αυτή ωστόσο η πορεία εμποδίζεται από διάφορα προβλήματα, τα οποία προκύπτουν από την ιδιαιτερότητα των ελληνικών επιχειρήσεων. *Η Ελλάδα πάσχει από έλλειψη οργανωτικότητας*. Οποιοσδήποτε προσπάθειες γίνονται για εκσυγχρονισμό από τις παραγωγικές μονάδες περιορίζονται λόγω ακριβώς της έλλειψης οργανωτικότητας, ενώ είναι σαφές ότι αν οι δυνάμεις διαταχθούν σωστά, θα υπάρξουν αποτελέσματα. Επίσης πολλά από τα προβλήματα που υπάρχουν, σχετίζονται με το μέγεθος των επιχειρήσεων *οι οποίες κατά πλειοψηφία είναι μικρομεσαίες*, και αυτό τις κάνει επιφυλακτικές σε επενδύσεις για εκσυγχρονισμό των παραγωγικών διαδικασιών τους.

Σήμερα η ρομποτική αντιπροσωπεύεται στον ελληνικό χώρο από δύο εταιρείες, τη Ζήνων Α.Ε. και την Kouvalias Robots and Vision Systems. Ύστερα από επαφή με τις δύο εταιρείες, βρέθηκαν πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση που επικρατεί σήμερα στην ελληνική βιομηχανία, όσον αφορά στον τομέα της ρομποτικής, καθώς

και τη διαδικασία που οι ίδιες ακολουθούν προκειμένου να πραγματοποιήσουν μια ρομποτική εγκατάσταση στους υποψήφιους πελάτες τους.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι ενώ υπήρξε αμερόληπτη προσέγγιση και στις δύο παραπάνω ανταγωνιστικές ρομποτικές εταιρείες, η Kouvalias Robots and Vision Systems δεν μπόρεσε να προσφέρει τις σχετικές πληροφορίες.

### 3.2 ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η δημιουργία στην Ελλάδα βιομηχανιών σε τεχνολογία αιχμής παρέμεινε για πολλά χρόνια στα πλαίσια του “επιθυμητού”. Η παρουσία, στο χώρο της ελληνικής βιομηχανίας παραγωγικών μοναδών με αντικείμενο δραστηριότητας, τομείς που χαρακτηρίζονται ως υψηλής τεχνολογίας και αποτελούν, σύμφωνα με τα διεθνή δεδομένα, κατ’ εξοχήν ανταγωνιστικές αιχμές, εξακολουθεί να είναι λιγοστή.

Οι φωτεινές εξαιρέσεις του κανόνα δεν λείπουν, και παρά το γεγονός ότι υπάρχουν περιπτώσεις επιχειρήσεων που με αντικείμενο δραστηριότητας τεχνολογίες αιχμής έχουν καταλάβει μια θέση μεταξύ των μεγαλύτερων ελληνικών μονάδων, οι οποίες επιτυχημένες προσπάθειες αποτελούν μεμονωμένα παραδείγματα.

Στα παραπάνω παραδείγματα συγκαταλέγονται και οι λιγοστές “εταιρείες ρομποτικής” οι οποίες φυσικά, δεν εστιάζουν στην καθαυτή παραγωγή ρομπότ, αλλά βασικό χαρακτηριστικό τους είναι η *μεταφορά τεχνογνωσίας που έχει αναπτυχθεί αλλού, η προσαρμογή της σε κάποια προϊόντα, και παράλληλα η ενσωμάτωση της δικής τους τεχνογνωσίας*. Πρόκειται λοιπόν για εταιρείες που εισάγουν ρομπότ από παραγωγούς ρομπότ του εξωτερικού και στη συνέχεια τα προσφέρουν στην ελληνική αγορά, προσθέτοντας τη δική τους τεχνογνωσία και προσαρμόζοντας τα στις απαιτήσεις των πελατών τους. Πέρα όμως από τις ρομποτικές εγκαταστάσεις, οι ελληνικές εταιρείες ρομποτικής, συμπληρώνουν το φάσμα δραστηριοτήτων τους και με άλλες εγκαταστάσεις αυτοματισμού που αφορούν την ολοκληρωμένη παραγωγή με υπολογιστές (CIM).

Στην Ελλάδα σήμερα υπάρχουν, όπως προαναφέρθηκε, δυο εταιρείες ρομποτικής, η εταιρεία βιομηχανικού αυτοματισμού Ζήνων Α.Ε. και η Kouvalias Robots and Vision Systems. Η εταιρεία με το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς είναι η Ζήνων, με καταμετρημένα 25 εγκατεστημένα ρομποτικά συστήματα, ενώ η Kouvalias Robots and Vision Systems έχει περιοριστεί σε πολύ λιγότερες βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

#### 3.2.1 Η ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΖΗΝΩΝ

Η Ζήνων Α.Ε. ιδρύθηκε το 1987 με στόχο την εισαγωγή των τεχνολογιών της αυτοματοποίησης στην ελληνική βιομηχανία. Η εταιρεία ειδικεύεται στα βιομηχανικά ρομπότ, την αυτόματη όραση και το CIM. Παρά το δυσμενές επιχειρηματικό κλίμα, η Ζήνων πέτυχε να υλοποιήσει πολυάριθμα συμβόλαια σε διάφορους βιομηχανικούς τομείς. Ανάμεσα στις ρομποτικές εγκαταστάσεις που πραγματοποίησε στην ελληνική βιομηχανία (βλ. Πίνακα 3.1) συμπεριλαμβάνονται: συγκολλήσεις επίπλων, εξαρτημάτων αυτοκινήτων και μεταλλικών δοχείων πίεσης, συναρμολογήσεις ηλεκτρονικών και ηλεκτρομηχανολογικών προϊόντων, βαφή οχημάτων, καθώς και συσκευασία προϊόντων σοκολατοποιίας και τυποποιημένων τροφίμων. Επίσης έχει συνεργαστεί με διάφορα εκπαιδευτικά ιδρύματα, όπως το Πολυτεχνείο Κρήτης, το Πολυτεχνείο Πατρών, το Πανεπιστήμιο Θράκης, το Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο κ.α. στα πλαίσια εξοπλισμού των εργαστηρίων ρομποτικής τους.

Τέλος με τη συμμετοχή της στα Ευρωπαϊκά Προγράμματα Έρευνας & Ανάπτυξης (όπως το ESPRIT, το RACE, το EURECA κ.α.) πραγματοποίησε την ανάπτυξη ενός διεθνώς πρωτοποριακού συστήματος λείανσης με ρομπότ και έλεγχο δύναμης ενσωματωμένο στο εργαλείο αφαίρεσης υλικού, που κατοχυρώθηκε ως ευρεσιτεχνία.



Μεταλλικά Έπιπλα	ΧΡΥΣΟΒΙΤΣΙΩΤΗΣ	Συγκόλληση	1991
Ανταλ. Αυτοκινήτων	STELCO	Συγκόλληση	1991
Επεξεργασία Ορυκτών	IDEAL STANDARD	Μελέτη Εφαρμογής Ρομποτικής Βαφής	1991
Οικιακές Συσκευές	CAMELIA	Συγκόλληση	1992
Επεξεργασία Μετάλλου	BPOXΙΔΗΣ	Διάνοιξη, Διάτρηση	1992
Μεταλλικά Προϊόντα	DOMUS	Συναρμολόγηση	1992
Προσωπικά Είδη	VIOLEX - BIC	Συσκευασία	1992
Τρόφιμα	ΔΑΛΛΙΔΗΣ-MABEL	Συσκευασία	1992
Επεξεργασία Μετάλλου	ΠΑΦΙΔΗΣ	Συγκόλλησης με Laser	1992
Επεξεργασία Μετάλλου	ELECTREX	Τροφοδοσία	1993
Ηλεκτρολογικό Υλικό	SCHWABE	Συναρμολόγηση	1993
Επεξεργασία Μετάλλου	BIOKAT	Συγκόλληση, Κοπή	1993
Ηλεκτρολογικό Υλικό	ΕΛΒΗΜ	Συγκόλληση	1993
Τρόφιμα	HELLENIC CATERING	Συσκευασία	1993
Αμυντικός Εξοπλισμός	ECON BIOMHXANIES	Συγκόλληση	1993
Αμυντικός Εξοπλισμός	EBO A.E.	Συγκόλληση	1994
Ναυπήγηση	ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ ΕΛΕΥΣΙΝΟΣ Α.Ε.	Συγκόλληση	1994
Επεξεργασία Ορυκτών	IDEAL STANDARD	Φινίρισμα	1994
Επεξεργασία Μετάλλου	ΑΛΜΑΚΟ	Οπτικός Έλεγχος	1994
Αμυντικός Εξοπλισμός	308 ΠΕΒ	Βαφή	1994
Επεξεργασία Μετάλλου	ΜΕΤΑΛΟΥΡΓΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ	Λείανση, Φινίρισμα	1994
Τρόφιμα	JACOBS-SUCHARD	Συσκευασία	1995
Επεξεργασία Μετάλλου	ΡΟΚΑΣ	Συγκόλληση	1995
Αμυντικός Εξοπλισμός	ALBION	Συναρμολόγηση	1996

**Πίνακας 3.1** Ρομποτικές Εγκαταστάσεις που πραγματοποίησε η ΖΗΝΩΝ Α.Ε.

### **3.2.2 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΩΝ ΡΟΜΠΟΤΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΙΣ ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ**

Η πραγματοποίηση μιας ρομποτικής εγκατάστασης από την εταιρεία ρομποτικής, απαιτεί την *άμεση συνεργασία της εταιρείας με τον υποψήφιο αγοραστή*, έτσι ώστε να αποβεί επιτυχής. Αρχικά, ερχόμενος σε επαφή με την εταιρεία ο υποψήφιος πελάτης έχει αναγνωρίσει την ανάγκη αυτοματοποίησης των παραγωγικών εγκαταστάσεων του και στο 90% των περιπτώσεων ζητά συγκεκριμένα την τοποθέτηση ρομπότ στην παραγωγή του. Στο σημείο αυτό παρουσιάζεται από τον πελάτη η περιγραφή της ζητούμενης εργασίας που θα εκτελείται από το ρομπότ, θέτονται οι περιορισμοί της παραγωγής (π.χ. μέχρι πόσα κομμάτια πρέπει να παράγονται μηνιαία) και η ζητούμενη απόδοση του ρομπότ.

Η διαδικασία συνεχίζεται από την πλευρά της εταιρείας, η οποία σε πρώτη φάση, και σε περίπτωση που ο πελάτης αδυνατεί (λόγω έλλειψης εμπειρίας σε θέματα αυτοματισμού ή λόγω μη ύπαρξης κατάλληλου προσωπικού), εκτελεί μια *μελέτη εφικτότητας της ρομποτικής εγκατάστασης*, εξετάζοντας τον χώρο που προορίζεται για την ρομποτική εφαρμογή. Με γνώμονα την παραπάνω μελέτη η εταιρεία προχωρεί στην *επιλογή του κατάλληλου τύπου ρομπότ* με κριτήρια τόσο αυτά που μελετήθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο (βλ. υποπαράγραφο 2.5.2.: Η διαδικασία πριν την εγκατάσταση), όσο και στοιχεία που αφορούν τη γεωμετρία, τις διασυνδέσεις και την επεκτασιμότητα του ρομπότ.

Αφού γίνει και η επιλογή του ρομπότ, η εταιρεία πριν προχωρήσει στην *διαδικασία των δοκιμών*, μετρά τις παραμέτρους αποδοτικότητας (επαναληψιμότητα, ακρίβεια και διακριτική ικανότητα) και ελέγχεται το αν είναι αναγκαίο να γίνει προσομοίωση του χώρου εργασίας του ρομπότ με τη βοήθεια διάφορων πακέτων προσομοίωσης ρομποτικών συστημάτων και συστημάτων παραγωγής, όπως το GRASP ή το WORKSPACE. *Η ανάγκη προσομοίωσης εξαρτάται από το είδος της ρομποτικής εφαρμογής*. Για παράδειγμα σε εγκαταστάσεις συγκολλήσεων και βαφής είναι συχνά αναγκαία η προσομοίωση σε GRASP γιατί απαιτείται περισσότερη ακρίβεια στις κινήσεις του βραχίονα του ρομπότ. Αντίθετα σε εγκαταστάσεις που αφορούν απλές εφαρμογές ανάκτησης και τοποθέτησης, η προσομοίωση δεν είναι απαραίτητη, γιατί οι χώροι εργασίας των υποψήφιων ρομπότ είναι πιο απλοί, οι κινήσεις του βραχίονα

είναι προκαθορισμένες και τέλος ο χώρος εργασίας του ρομπότ προσαρμόζεται απλά και εύκολα με την υποψήφια γραμμή παραγωγής.

Αφού λοιπόν ελεγχθεί η απόδοση και γίνει (αν απαιτείται) η προσομοίωση του ρομπότ, η εταιρεία προχωρεί στη διαδικασία των δοκιμών πριν την εγκατάσταση. *Οι δοκιμές γίνονται κατά κύριο λόγο στους χώρους του υποψήφιου πελάτη*, και αυτό γιατί συνήθως υπάρχουν περιορισμοί από τον τύπο της ρομποτικής εγκατάστασης, που επιβάλλουν το γεγονός, οποιεσδήποτε δοκιμές να γίνονται στις υπάρχουσες παραγωγικές εγκαταστάσεις, στις οποίες θα ενσωματωθεί το ρομπότ. Έτσι λοιπόν οι υπεύθυνοι της εταιρείας προχωρούν στην τοποθέτησή του, στο συγκεκριμένο τμήμα της παραγωγικής διαδικασίας, στο οποίο θα εκτελείται η εργασία κάνοντας τις απαιτούμενες αλλαγές ώστε αυτό να προσαρμοστεί στη διαδικασία παραγωγής. Παρουσία του πελάτη προγραμματίζουν τις εργασίες που θα εκτελεί και δοκιμάζουν το όλο ρομποτικό σύστημα έτσι ώστε να εξαλειφθεί και το παραμικρό λάθος που τυχόν εμφανίζεται στο όλο σύστημα.

Σε αυτό το σημείο, η ρομποτική εγκατάσταση θεωρείται ότι έχει ολοκληρωθεί και μπορεί να ξεκινήσει η λειτουργία ολόκληρου του συστήματος. Η σχέση και η συνεργασία όμως της εταιρείας με τον πελάτη *δεν τελειώνει εδώ*. Το γεγονός ότι τις περισσότερες φορές (σχεδόν πάντα), ο πελάτης δεν έχει εμπειρία σε ρομποτικές εφαρμογές, καθιστά αναγκαία την *οργάνωση της εκπαίδευσης* του, εκπαίδευση της οποίας *η εταιρεία αναλαμβάνει την ευθύνη να προσφέρει*. Ιδιαίτερα σε περίπλοκες ρομποτικές εφαρμογές (όπως στις εγκαταστάσεις συγκόλλησης ή βαφής), η εκπαίδευση πρέπει να είναι λεπτομερής, περιλαμβάνοντας γνώσεις σε θέματα ρομποτικής, ξεκινώντας ακόμα και από το “τί είναι ρομπότ” και φθάνοντας σε πιο σύνθετες έννοιες του προγραμματισμού των ρομπότ. Αντίθετα σε πιο απλές εγκαταστάσεις μια στοιχειώδης εκπαίδευση είναι αρκετή, και συνηθίζεται μια τέτοια εκπαίδευση να αναφέρεται περισσότερο στις περιπτώσεις λάθους και έκτακτης ανάγκης. Πέρα όμως από την εκπαίδευση, *η εταιρεία βρίσκεται πάντα στη διάθεση του πελάτη όταν αυτός αντιμετωπίσει διάφορα προβλήματα κατά τη λειτουργία της ρομποτικής εγκατάστασης*, ενώ είναι πάντα σε θέση να προσφέρει βοήθεια και συμβουλές ως προς τη χρήση και τη συντήρηση του ρομπότ, όπως επίσης και στον

επαναπρογραμματισμό του, στην περίπτωση που ο πελάτης μεταβάλλει κάτι στην παραγωγική του διαδικασία.

Συνοψίζοντας, *οι ελληνικές εταιρείες ρομποτικής*, βρίσκόμενες σε άμεση και συνεχή επαφή με τους πελάτες τους, *ακολουθούν μια πολιτική εγκατάστασης “με το κλειδί στο χέρι”* (turn-key installation) στους χώρους παραγωγής του πελάτη, *προσφέροντας ένα ολοκληρωμένο “πακέτο” ρομποτικής εγκατάστασης*, αναλαμβάνοντας όλη την ευθύνη, και περιλαμβάνοντας όχι μόνο τοποθέτηση και δοκιμή αλλά και συνεχή υποστήριξη για συντήρηση και εκπαίδευση.

### 3.3 Η ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΩΝ

Το γεγονός ότι η επιστήμη και η τεχνολογία μπορούν να οδηγήσουν στην οικονομική ανάπτυξη και τον εκσυγχρονισμό της βιομηχανίας, είναι απόλυτα και αναμφισβήτητα αποδεδειγμένο από τη διεθνή πρακτική και εμπειρία. Όλες οι χώρες, ανεξάρτητα αν είναι μεγάλες (ΗΠΑ, Γερμανία) ή μικρές (Ισπανία, Κορέα), επένδυσαν στη γνώση, στον άνθρωπο, στην έρευνα και την τεχνολογία και βρίσκονται σήμερα σε ιδιαίτερα υψηλό σημείο ανάπτυξης. Όποια χώρα αδυνατεί να κατανοήσει αυτή τη διεθνή πραγματικότητα δεν μπορεί να ελπίζει στην οικονομική της ανάπτυξη.

Αυτό γίνεται πιο επιτακτικό, όταν κανείς αναλογιστεί την κατάσταση που επικρατεί στην Ελλάδα, και αξιολογήσει τη νέα τάξη πραγμάτων που αναδύεται όχι μόνο στην Ευρώπη αλλά και παγκοσμίως τα τελευταία χρόνια.

Αποτελεί κοινή παραδοχή ότι η εκβιομηχάνιση της χώρας στη πορεία της από τις αρχές της δεκαετίας του '50, δεν συνοδεύτηκε από επαρκή διεύρυνση των παραγωγικών δυνατοτήτων και του παραγωγικού δυναμικού, με αποτέλεσμα η δομή της ελληνικής βιομηχανίας να παραμείνει παραδοσιακή και χωρίς αξιόλογες δραστηριότητες στους κλάδους των νέων τεχνολογιών, όπως την ρομποτική.

Παρά τη σοβαρή κρίση των τελευταίων χρόνων, που έχει συνοδευτεί με την αποβιομηχάνιση και το κλείσιμο πολλών, όχι μόνο μικρών αλλά και μεγάλων επιχειρήσεων, θα πρέπει να γίνει αντιληπτό από όλους τους φορείς της χώρας, ότι η Ελλάδα έχει πολλές προοπτικές δραστηριότητας σε αρκετούς παραγωγικούς και βιομηχανικούς τομείς αν χρησιμοποιήσει νέες και προηγμένες τεχνολογίες πληροφορικής και αυτοματισμού.

Συνεπώς οι ελληνικές βιομηχανίες και επιχειρήσεις έχουν μόνο ένα δρόμο να διαλέξουν αν πραγματικά επιθυμούν να είναι ανταγωνιστικές μέσα στη νέα ευρωπαϊκή και παγκόσμια οικονομική πραγματικότητα. Είναι ανάγκη να εκσυγχρονιστούν το ταχύτερο δυνατό.

### 3.3.1 Η ΝΕΑ ΔΙΕΘΝΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Είναι αναγκαίο να κατανοηθεί επαρκώς η νέα παγκόσμια οικονομική και τεχνολογική πραγματικότητα έτσι ώστε να αξιολογηθούν και να αναλυθούν καλύτερα οι νέες προοπτικές και δυνατότητες που προσφέρει η ρομποτική και γενικότερα η υψηλή τεχνολογία στην ανάπτυξη και την οικονομία μιας περιοχής.

Οι νέες τάσεις που διαμορφώνονται και παγιώνονται στη διεθνή κοινότητα επισημαίνονται στη συνέχεια:

1. *Οι απαιτήσεις της αγοράς αλλάζουν συχνά και με διάφορους τρόπους.* Έτσι απαιτείται μια βιομηχανική στρατηγική, που θα επιτρέψει την ανασύνθεση των παραδοσιακών βασικών μεθόδων εργασίας, και οργάνωση της παραγωγής με νέο αποδοτικότερο τρόπο, προσφέροντας ταχύτερη ανταπόκριση στις απαιτήσεις και στις αλλαγές της παγκόσμιας αγοράς και δυνατότητες για κατασκευή εξελιγμένων προϊόντων με μεγάλη πολυπλοκότητα.
2. *Διεθνοποιείται η παραγωγή και η αγορά,* πράγμα το οποίο σημαίνει ότι η παραγωγική διαδικασία για να συνεχίσει να υπάρχει πρέπει να είναι ανταγωνιστική. Η ανταγωνιστικότητα όμως μπορεί να επιτευχθεί με τη μείωση του κόστους παραγωγής, τη βελτίωση της ποιότητας και τη βελτίωση της “ολικής παραγωγικής διαδικασίας”, δηλαδή με την τεχνολογική εξέλιξη.
3. *Αυξάνεται συνεχώς το τεχνολογικό περιεχόμενο των προϊόντων που παράγονται* καθώς και των προηγμένων ή υψηλών τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται στη παραγωγική διαδικασία. Στην πορεία εξέλιξης των προϊόντων κυριαρχεί το “brain facture” έναντι του “manufacture”, που κυριαρχούσε μόλις πριν από λίγα χρόνια. Έτσι το βασικό κριτήριο που διαμορφώνει το κόστος ενός προϊόντος, δεν είναι τόσο η επιλογή της παραγωγικής διαδικασίας, όσο η σωστή και γρήγορη ανάπτυξη του. Φυσικά εδώ το μεγαλύτερο και κυριότερο ρόλο παίζει η επιστήμη και η τεχνολογία.
4. *Η συνεχώς αυξανόμενη γνώση δεν είναι δυνατό να βρεθεί όλη στα στενά περιθώρια μιας και μόνης χώρας,* ιδιαίτερα όταν αυτή ανήκει στις αναπτυσσόμενες χώρες. Είναι ακόμα γνωστό ότι αυτή η γνώση δεν αναπτύσσεται μόνο σε μια από τις

προηγμένες χώρες. Άρα είναι ανάγκη να αναπτυχθούν οι μηχανισμοί για τη μεταφορά και διάχυση της τεχνολογίας σε παγκόσμια κλίμακα. Αυτό αποτελεί ιδιαίτερα επιτακτική ανάγκη για πιο μικρές χώρες όπως η Ελλάδα.

5. *Η επόμενη δεκαετία προβλέπεται ότι θα έχει σαν κύριο χαρακτηριστικό της, την ολοσχερή επικράτηση της πληροφορικής, των συστημάτων με αυτόματο και ευφυή έλεγχο, του CIM και της ρομποτικής στην παραγωγική διαδικασία. Μόνο το γεγονός ότι το 60% περίπου του εργατικού δυναμικού της Ευρώπης, θα απασχολείται μέχρι το 2000 με τις δραστηριότητες των παραπάνω μεθόδων, δείχνει τον κρίσιμο ρόλο που θα διαδραματίσουν τα παραπάνω τον εικοστό πρώτο αιώνα.*
6. *Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται καταμερισμός των δραστηριοτήτων των μεγάλων επιχειρήσεων με τη μεταφορά σειράς παραγωγικών ή αναπτυξιακών δραστηριοτήτων σε μικρότερες επιχειρήσεις που διαθέτουν ευελιξία και έχουν τη δύναμη να ανταποκριθούν στην τεχνολογική εξειδίκευση. Με άλλα λόγια οι μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις θα παίζουν σημαντικό ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη μιας χώρας. Αυτό είναι ακόμα πιο κρίσιμο για τις μικρότερες και αναπτυσσόμενες χώρες.*

Οι παραπάνω τάσεις έχουν καταγραφεί σε μελέτες, που έχουν γίνει στην Ευρώπη, στην Ιαπωνία και στην Αμερική, σαν οι “αναπτυσσόμενες δυνάμεις”, ή “κινητήριες κατευθύνσεις”, που θα αποτελέσουν τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την οικονομική ανάπτυξη μιας χώρας.

Οι ελληνικές βιομηχανίες πρέπει να λάβουν σοβαρά υπόψιν, τις παραπάνω τάσεις όταν προγραμματίζουν πως να χρησιμοποιήσουν κατά τον καλύτερο και αποδοτικότερο τρόπο την επιστήμη και την τεχνολογία. Ο εκσυγχρονισμός με την εισαγωγή της ρομποτικής και γενικότερα της υψηλής τεχνολογίας, είναι ο μοναδικός δρόμος για εκείνες τις επιχειρήσεις που θέλουν να επιβιώσουν και να παίζουν σημαντικό ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας μας.

### 3.3.2 ΟΙ ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΣΤΗ ΝΕΑ ΔΙΕΘΝΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Το διαρκώς αυξανόμενο επίπεδο του βιομηχανικού αυτοματισμού και η ραγδαία ανάπτυξη των τεχνολογιών CIM, έχουν αλλάξει ριζικά την ειδικότητα του μηχανικού παραγωγής. Στη δεκαετία του '90, τόσο στην Ευρώπη όσο και στις ΗΠΑ, έχει δοθεί μεγάλη έμφαση στο θέμα της εκπαίδευσης των μηχανικών και των μάνατζερ στις νέες τεχνολογίες. Είναι γεγονός ότι *οι νέες τεχνολογίες είναι άχρηστες, αν οι μηχανικοί δεν είναι σε θέση να τις εφαρμόσουν στις βιομηχανίες.*

Η κατάσταση του αυτοματισμού της παραγωγικής διαδικασίας στις ελληνικές βιομηχανίες δεν έχει διευρυνθεί πλήρως. Το πρώτο λοιπόν βήμα προς την σωστή κατεύθυνση, είναι *η καταγραφή των αναγκών της ελληνικής βιομηχανίας σε εκπαίδευση και ενημέρωση όσον αφορά στις τεχνολογίες CIM.*

Στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος IASON, έγινε για πρώτη φορά προσπάθεια, από το Έργαστήριο Αυτοματισμού και Ρομποτικής του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών, να διερευνηθεί ο βαθμός ενημέρωσης και συμμετοχής της ελληνικής βιομηχανίας σε χρηματοδοτούμενα εθνικά ή ευρωπαϊκά ερευνητικά προγράμματα στο χώρο των προηγμένων τεχνολογιών. Επιπλέον, έγινε προσπάθεια να καταγραφούν οι μέθοδοι που εφαρμόζονται σήμερα στις ελληνικές βιομηχανίες, για την εκπαίδευση των μηχανικών και των μάνατζερ σε νέες τεχνικές διοίκησης και συστήματα εκσυγχρονισμού της παραγωγής. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε περιελάμβανε τη σύνταξη ερωτηματολογίων, τα οποία στάλθηκαν σε 100 ελληνικές βιομηχανίες.

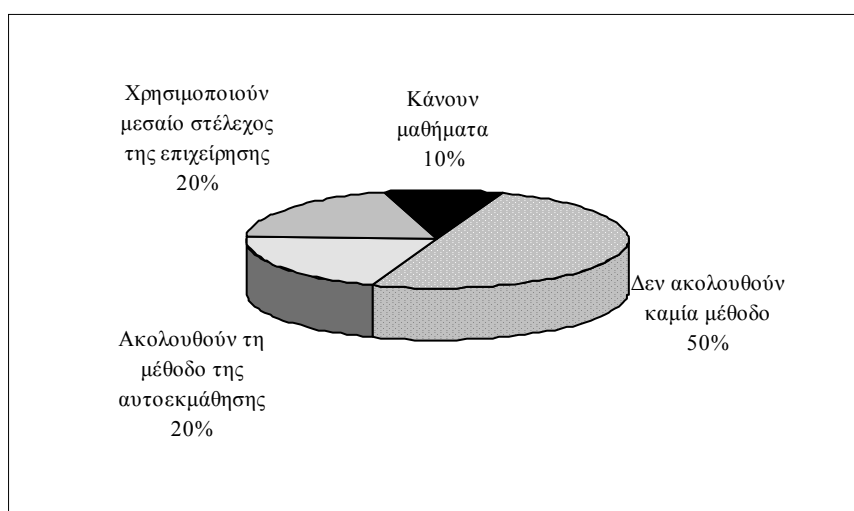
Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας ήταν πραγματικά εντυπωσιακά. *Η ελληνική βιομηχανία φαίνεται να έχει κατανοήσει την ανάγκη του εκσυγχρονισμού, τόσο στην παραγωγική διαδικασία όσο και στην εργασία του μηχανικού και στη διοίκηση. Επιπλέον επιθυμεί να ενημερωθεί και να συμμετέχει σε ερευνητικά έργα αλλά δυστυχώς μέχρι στιγμής, αυτή η ενημέρωση είναι ελλιπής, εφόσον μόνο ένα 20% έδειξε να γνωρίζει τα σχετικά προγράμματα.* Το ενδιαφέρον όμως είναι πολύ μεγαλύτερο, αφού το 85% των μάνατζερ των αντίστοιχων τμημάτων των βιομηχανιών που ερωτήθηκαν,



εκδήλωσαν το ενδιαφέρον τους να συμμετέχουν σε ημερίδες στις οποίες θα παρουσιάζονται επιδείξεις και διαλέξεις σε “καινοτομικές” τεχνολογίες, όπως τα βιομηχανικά ρομπότ, τα συστήματα ευέλικτης παραγωγής, τον ευφυή έλεγχο διεργασιών κ.λ.π. [7].

Επίσης ένα ενδιαφέρον αποτέλεσμα της ανάλυσης, είναι το στοιχείο ότι η έλλειψη επαρκών εκπαιδευτικών προγραμμάτων κρίνεται από το 30% των βιομηχανιών που συμμετείχαν στην έρευνα, σαν ο δεύτερος (μετά το υψηλό κόστος επένδυσης) ανασταλτικός παράγοντας για την εισαγωγή νέων τεχνολογιών. *Η ανάγκη για εκπαίδευση φαίνεται να είναι πολύ μεγαλύτερη στις βιομηχανίες που ήδη έχουν υιοθετήσει τεχνολογίες CIM, γεγονός που επιβεβαιώνει ότι δεν αρκούν οι νέες τεχνολογίες αλλά και το προσωπικό θα πρέπει να έχει την κατάλληλη εξειδίκευση για να τις χρησιμοποιήσει με τη μέγιστη δυνατή απόδοση.*

Σημαντικά επίσης είναι τα αποτελέσματα που αφορούν τις μεθόδους εκπαίδευσης στις νέες τεχνολογίες που εφαρμόζονται σήμερα στις ελληνικές βιομηχανίες. Όπως προκύπτει από τα στοιχεία, το 50% των εταιρειών δεν ακολουθούν καμία συγκεκριμένη μέθοδο για την εκπαίδευση του προσωπικού, το 20% ακολουθούν τη μέθοδο της αυτοεκμάθησης, το 20% χρησιμοποιούν κάποιο μεσαίο στέλεχος της επιχείρησης, ενώ μόνο το 10% κάνουν μαθήματα.



**Σχήμα 3.1** Τρόποι εκπαίδευσης νέων τεχνολογιών από τις ελληνικές βιομηχανίες.

Στο σημείο αυτό, είναι αξιοσημείωτο ότι, σε αντίθεση με ότι συμβαίνει στην Ελλάδα, όπου η σημασία της εκπαίδευσης των εργαζομένων δε φαίνεται να έχει γίνει πλήρως κατανοητή, *όλες οι μεγάλες βιομηχανικές επιχειρήσεις τόσο στην Ευρώπη όσο και στις ΗΠΑ έχουν αναπτύξει εκτεταμένα εσωτερικά εκπαιδευτικά προγράμματα.*

### 3.4 ΛΟΓΟΙ ΜΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗΣ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Στα πλαίσια των αναγκών της ελληνικής βιομηχανίας, για να εκσυγχρονιστεί και να αντιμετωπίσει τη διεθνή οικονομική και τεχνολογική πραγματικότητα, εντοπίζονται και ορισμένοι λόγοι που σχετίζονται με την αδυναμία να γίνει μια πλήρης και αποδοτική εισαγωγή και εκμετάλλευση της ρομποτικής στην ελληνική βιομηχανία.

Ένας από τους πρώτους λόγους για την αδυναμία εξάπλωσης της ρομποτικής στην Ελλάδα, είναι η *έλλειψη ενημέρωσης για το ευρύ πεδίο των εφαρμογών που έχουν τα ρομποτικά συστήματα στη βιομηχανία*. Στην Ευρώπη σήμερα, αλλά και σε άλλες χώρες με αναπτυγμένη βιομηχανία, υπάρχουν επαγγελματικές ενώσεις που ασχολούνται με τα ρομπότ, όπως για παράδειγμα η Βρετανική Εταιρεία Ρομπότ, η Γαλλική Ένωση Ρομποτικής, το Ινστιτούτο Ρομπότ της Αμερικής και η Ιαπωνική Ένωση Βιομηχανικών Ρομπότ, οι οποίες παίζουν σημαντικό ρόλο στην αύξηση της ενημέρωσης των επιχειρήσεων τόσο σε γενικό όσο και σε τεχνικό επίπεδο. Επιπλέον οι παραπάνω ενώσεις έχουν αποτελέσει τον κρίκο των πιθανών χρηστών με τα ρομπότ, προσφέροντας τους κάθε δυνατή υποστήριξη. Στην Ελλάδα τέτοιες οργανώσεις δεν υπάρχουν με αποτέλεσμα το χάσμα ανάμεσα στις ρομποτικές εφαρμογές και την ελληνική βιομηχανία, να δείχνει μεγαλύτερο από όσο πραγματικά είναι.

*Η έλλειψη κατάλληλου τεχνικού προσωπικού καθώς και η ανεπαρκής υποστήριξη σε επίπεδο εκπαίδευσης*, αποτελούν επίσης σημαντικό παράγοντα στον αργό ρυθμό εξέλιξης της ρομποτικής στη χώρα μας. Η έλλειψη μηχανικών και τεχνικών με πείρα στις εφαρμογές των ρομπότ, λειτουργεί σαν ανασταλτικό στοιχείο, στη ζήτηση από την βιομηχανική αγορά. Όπως αναφέρθηκε στη προηγούμενη παράγραφο, οι εταιρείες στην πλειοψηφία τους, δεν έχουν δώσει προτεραιότητα στην εκπαίδευση του προσωπικού, έτσι ώστε να φτάσουν εκείνα τα επίπεδα εξειδίκευσης που απαιτούνται για την καλή λειτουργία των συστημάτων αυτοματισμού, όπως η ρομποτική.

Ένας άλλος λόγος της μη εξάπλωσης, είναι το γεγονός ότι οι εταιρείες αντιμετωπίζουν διστακτικά και με ανασφάλεια την επένδυση σε ρομποτικές εφαρμογές, αφού στερούνται σχετικής εμπειρίας πάνω σε συστήματα ευέλικτου αυτοματισμού και ρομποτικής. Συνήθως η επένδυση για μια ρομποτική εγκατάσταση θεωρείται ότι αποτελεί σημαντικό ρίσκο γιατί είναι δύσκολο να διαφανούν από την αρχή οι θετικές επιδράσεις σε όλα τα επίπεδα. Ωστόσο η διστακτικότητα αυτή είναι κατανοητή, αφού η ελληνική βιομηχανία ακολουθεί ακόμα, σχετικά παραδοσιακούς τρόπους παραγωγικών διαδικασιών, χωρίς αξιόλογες δραστηριότητες όσον αφορά στις νέες τεχνολογίες.

Παρά το γεγονός ότι θα υπάρξει αύξηση του κέρδους με τη χρήση των ρομπότ, πολλές μικρές και μεσαίες ελληνικές επιχειρήσεις είναι απρόθυμες να επενδύσουν σε συστήματα του είδους αυτού, εξαιτίας της αδυναμίας τους να εξασφαλίσουν την απαιτούμενη χρηματοδότηση λόγω της ασθενούς τους οικονομικής κατάστασης. Παρά τα διάφορα κυβερνητικά και ευρωπαϊκά προγράμματα χρηματοδότησης των επιχειρήσεων σε θέματα νέων τεχνολογιών, και παρά το ενδιαφέρον που εκδηλώνουν οι ελληνικές επιχειρήσεις σε αυτά, δεν γίνεται σωστή αξιοποίηση από αυτές. Συνήθως τέτοιου είδους χρηματοδοτήσεις, που στοχεύουν στην τεχνολογική αναβάθμιση των συστημάτων παραγωγής των επιχειρήσεων, θεωρούνται λανθασμένα, ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανεξέλεγκτα από τις επιχειρήσεις σαν γενικού είδους οικονομική ενίσχυση.

Για πολλές εφαρμογές ρομπότ είναι επίσης αναγκαία η επανασχεδίαση του σταθμού εργασίας και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να χρειαστεί και επανασχεδίαση του προϊόντος. Η τεχνική γνώση, καθώς και οι δαπάνες που μπορεί να χρειαστούν για την τροποποίηση της δομής της παραγωγής, μπορεί να σταθούν εμπόδιο στην υιοθέτηση των βιομηχανικών ρομπότ, κυρίως στην περίπτωση των μικρομεσαίων επιχειρήσεων, που αποτελούν και την πλειοψηφία στον ελληνικό χώρο. Η επιχείρηση μπορεί επίσης να ανακαλύψει ότι ενώ η αποδοτικότητα μεγαλώνει με την εισαγωγή ενός ή περισσότερων ρομπότ, η μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας μπορεί να επιτευχθεί μόνο με την ολική αυτοματοποίηση και όχι με τη μερική, γεγονός που απαιτεί νέες επενδύσεις σε άλλες μορφές ευέλικτου αυτοματισμού. Σε αυτές τις περιπτώσεις οι επιχειρήσεις μπορεί να αναβάλλουν την επένδυση σε ρομπότ μέχρις ότου να είναι σε θέση να επενδύσουν σε περισσότερα αποτελεσματικά συστήματα αυτοματισμού.

Η εφαρμογή των τεχνολογικών καινοτομιών στην παραγωγική διαδικασία, συμβαδίζει με τη γενικότερη άνθηση του βιομηχανικού κλάδου. Όσο αυξάνονται οι απαιτήσεις των βιομηχανιών για πιο σύνθετες δομές πάνω στη παραγωγή τόσο πιο εύκολα βρίσκουν εφαρμογή οι νέες τεχνολογίες. *Ωστόσο στην Ελλάδα, δεν υπάρχει σήμερα ιδιαίτερη ανάπτυξη του βιομηχανικού κλάδου, συνεπώς τα υπάρχοντα συστήματα αυτοματισμού μπορούν να ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις της παραγωγής.*

Τέλος, πρέπει να επισημανθεί ότι σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη ρομποτικών εφαρμογών σε μια χώρα, αποτελεί και η ύπαρξη εγχώριας παραγωγής ρομπότ. Εταιρείες που παράγουν ρομπότ, ενθαρρύνουν την εφαρμογή τους στους βιομηχανικούς κλάδους της χώρας τους προσπαθώντας να κερδίσουν όσο το δυνατό μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς. *Στην Ελλάδα δεν υπάρχει εγχώρια παραγωγή ρομπότ, που θα μπορούσε να παρέχει ρομπότ με χαμηλότερο κόστος και πιο ολοκληρωμένη υποστήριξη.* Οι υπάρχουσες εταιρείες ρομποτικής στη χώρα μας, περιορίζονται στην εισαγωγή ρομπότ από εταιρείες του εξωτερικού και την προσαρμογή τους στις απαιτήσεις των πελατών τους.

## **4. ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΣΤΗΝ** **ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ**

### **4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Προκειμένου να γίνει μία χαρτογράφηση των ελλήνων χρηστών ρομποτικών συστημάτων, αντλήθηκαν στοιχεία από τα αρχεία της εταιρείας Ζήνων Α.Ε.. Η εταιρεία έχει εγκαταστήσει βιομηχανικά ρομποτικά συστήματα σε 23 ελληνικές εταιρείες, ωστόσο υπήρξε πρόσβαση σε 11 μόνο από αυτές. Τα παραπάνω συστήματα βρήκαν εφαρμογές σε πεδία εργασιών όπως συγκόλληση, συναρμολόγηση, συσκευασία, τροφοδοσία κ.α. Η χρήση των ρομπότ στις εταιρείες που θα αναφερθούν πιο αναλυτικά ακολούθως, επέφερε διάφορα αποτελέσματα, τόσο όσον αφορά στην ποσότητα της παραγωγής, στην ποιότητα και ευελιξία της, όσο και στο κόστος.

Με σκοπό να μελετηθεί αρχικά, η ταυτότητα των εταιρειών που επέλεξαν την εγκατάσταση ρομπότ, τα οφέλη που απέκόμισαν αλλά και οι δυσκολίες που αντιμετώπισαν, συντάχθηκε ένα ερωτηματολόγιο. Τα κύρια ερωτήματα αφορούσαν τα χαρακτηριστικά της κάθε εταιρείας, τη διαδικασία εισαγωγής και χρήσης του ρομπότ και τελικά τα αποτελέσματα της λειτουργίας του.

## 4.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ

Στον Πίνακα 4.1 παρουσιάζονται συνοπτικά οι έντεκα από τις 23 εταιρείες που εγκατέστησαν ρομπότ, με τη συνεργασία της εταιρείας ΖΗΝΩΝ. Οι παρακάτω εταιρείες αποτελούν επίσης και το δείγμα στο ερωτηματολόγιο που παρουσιάζεται στην επόμενη παράγραφο.

ΕΤΑΙΡΕΙΑ	ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΡΟΜΠΟΤ
<b>ΧΡΥΣΟΒΙΤΣΙΩΤΗΣ</b>	Συγκόλληση	HITACHI M6100
<b>STELCO</b>	Συγκόλληση	HITACHI M6100
<b>CAMELIA</b>	Συγκόλληση	HITACHI M6100
<b>ΒΡΟΧΙΔΗΣ</b>	Διάνοιξη - Διάτρηση	HITACHI M6100
<b>VIOLEX - BIC</b>	Συσκευασία	ADEPT ONE
<b>ΔΑΔΛΙΔΗΣ “MABEL”</b>	Συσκευασία	HITACHI AX4020L
<b>ELECTREX</b>	Τροφοδοσία	HITACHI A4010S
<b>SCHWABE</b>	Συναρμολόγηση	HITACHI A4010 SL Scara
<b>ECON ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ</b>	Συγκόλληση	HITACHI M6100
<b>ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ</b>	Λείανση - Φινίρισμα	HITACHI MR6300
<b>JACOBS - SUCHARD</b>	Συσκευασία	ADEPT ONE ADEPT 550

**Πίνακας 4.1** Οι εταιρείες στο δείγμα του ερωτηματολογίου με τον τύπο ρομπότ που εγκατέστησαν και τις εφαρμογές στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν τα ρομπότ.

Στη συνέχεια γίνεται παρουσιάζονται κάποια χαρακτηριστικά των παραπάνω ρομποτικών εγκαταστάσεων, των αποτελεσμάτων που απέφεραν, ενώ επίσης περιγράφεται η λειτουργία που εκτελεί το ρομπότ.

### 1. STELCO Ltd.

Η εταιρεία STELCO Ltd., χρησιμοποίησε σύστημα συγκόλλησης εξατμίσεων το οποίο βασίστηκε σε ένα εξαξονικό ρομπότ, το M6100 της HITACHI, εξοπλισμένο με αισθητήριο όργανο για την ανεύρεση του αρχικού σημείου συγκόλλησης κάτι που παρακάμπτει τα προβλήματα από τις ανακρίβειες και ανοχές στα κομμάτια και τις καλίμπρες.

Η εισαγωγή της ρομποτικής στη συγκόλληση εξατμίσεων, συνετέλεσε στην *κατακόρυφη αύξηση της παραγωγικότητας, στην τεχνολογική αναβάθμιση του προσωπικού, και στη βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων*. Έδωσε επίσης τη δυνατότητα κάλυψης όλων των τύπων των εξατμίσεων.

Εξαιρετικής σημασίας εξάλλου, είναι η δυνατότητα της επιχείρησης να προγραμματίζει την παραγωγή της in-time μειώνοντας έτσι το στοκ των αποθηκευμένων προϊόντων της, που στην περίπτωση των εξατμίσεων είναι πολύ μεγάλο, λόγω των εκατοντάδων τύπων που παράγονται.

ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	
<b>Προϊόν</b>	Εξατμίσεις Αυτοκινήτων
<b>Τόπος</b>	STELCO Ltd.
<b>Εφαρμογή</b>	Ρομποτική Συγκόλληση MIG σε σωλήνες και καζάνια εξατμίσεων διάφορων τύπων
<b>Ρυθμός Παραγωγής</b>	Συγκόλληση τυπικής εξάτμισης σε 1'
<b>Αποτελέσματα</b>	Αύξηση παραγωγικότητας-Βελτίωση ποιότητας-Μεγάλη ευελιξία-Αξιοπιστία-Τεχνολογική αναβάθμιση
<b>Επεκτάσεις</b>	Άμεση επέκταση με αυτόματα περιστρεφόμενο τραπέζι για την συγκόλληση διαφόρων τύπων εξατμίσεων

#### ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ



<b>Ρομπότ</b>	HITACHI M6100 (Κυλινδρικό 6 αξόνων)	
<b>Συνιστώσες</b>	Υποσύστημα συγκόλλησης 350 A inverter Τράπεζα τοποθέτησης 1 άξονα Καλίμπρες, Αισθητήριο όργανο	
<b>Τράπεζα Τοποθέτησης</b>	ATRA, INDEX 8 θέσεων Διάμετρος δίσκου 1000 mm Controller ZHNΩN Μέγιστο φορτίο 250 daA	
<b>Κατηγορία Εφαρμογής</b>	Συγκόλληση εξατμίσεων αυτοκινήτων	
<b>Περιγραφή</b>	Συγκόλληση MIG. Ο χειριστής τοποθετεί τις συνιστώσες των εξατμίσεων σε ειδικές καλίμπρες ενώ το ρομπότ συγκολλά από την άλλη πλευρά της τράπεζας τοποθέτησης.	
<b>Αντικείμενο</b>	Είδος	Μέρη εξατμίσεων (σωλήνες-καζάνια)
	Τύποι	Όλοι οι τύποι των εξατμίσεων
<b>Απόδοση</b>	Αριθμός προσωπικού	1-2
	Παραγωγικότητα Ποιότητα	Αύξηση 100% Καλύτερη / Σταθερή
<b>Απόσβεση</b>	19 μήνες	

## 2. ΧΡΥΣΟΒΙΤΣΙΩΤΗΣ

Ιδανική εφαρμογή της ρομποτικής στην παραγωγική διαδικασία, αποτελεί η συγκόλληση μεταλλικών επίπλων, δεδομένου ότι εξασφαλίζει άμεση αύξηση της παραγωγικότητας, βελτίωση της ποιότητας, αλλά και της αισθητικής του προϊόντος.

Το σύστημα που εγκαταστάθηκε αποτελείται από :

- ένα ρομπότ έξι αξόνων με μεγάλο χώρο εργασίας που επιτρέπει πρόσβαση σε δύσκολα σημεία του προς συγκόλληση μεταλλικού σκελετού.
- ένα συγκολλητικό συγκρότημα 350A που συνδέεται με τον ελεγκτή του ρομπότ.
- ένα απλό τραπέζι τοποθέτησης για τη συγκράτηση των μεταλλικών πλαισίων.

Το διευρυμένο σύστημα συμπεριλαμβάνει και ένα αυτόματο περιστρεφόμενο τραπέζι με περισσότερες θέσεις εργασίας (μέχρι οκτώ) που προσκομίζει κάθε φορά στο χώρο εργασίας του ρομπότ το προς συγκόλληση εξάρτημα.

Το σύστημα είναι πολύ φιλικό στο χρήστη, εξαιρετικά παραγωγικό (ενώ το ρομπότ συγκολλά, είναι δυνατή η φόρτωση του επόμενου αντικειμένου) και ιδιαίτερα αξιόπιστο. Το σύστημα προσφέρθηκε ολοκληρωμένο από τη ΖΗΝΩΝ με εγγύηση, συντήρηση, εκπαίδευση και πλήρη τεχνική υποστήριξη.

ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	
<b>Προϊόν</b>	Πτυσσόμενα Έπιπλα
<b>Τόπος</b>	ΧΡΥΣΟΒΙΤΣΙΩΤΗΣ ΟΕ - Κορωπί Αττικής
<b>Εφαρμογή</b>	Ρομποτική Συγκόλληση MIG σε σκελετούς και εξαρτήματα πτυσσόμενων επίπλων
<b>Ρυθμός Παραγωγής</b>	5.000-6.000 συγκολλήσεις μικρού μήκους ανά βάρδια
<b>Αποτελέσματα</b>	Αύξηση παραγωγικότητας-Βελτίωση ποιότητας-Αξιοπιστία-Τεχνολογική αναβάθμιση
<b>Επεκτάσεις</b>	Άμεση επέκταση με αυτόματα περιστρεφόμενο τραπέζι για την συγκόλληση διαφόρων τύπων εξαρτημάτων

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ		
<b>Ρομπότ</b>	HITACHI M6100 (Κυλινδρικό 6 αξόνων)	
<b>Συνιστώσες</b>	Υποσύστημα συγκόλλησης 350 A inverter Τράπεζα τοποθέτησης 1 άξονα Καλίμπρες	
<b>Τράπεζα Τοποθέτησης</b>	ATRA, INDEX 8 θέσεων Διάμετρος δίσκου 1000 mm Controller ΖΗΝΩΝ Μέγιστο φορτίο 250 daA	
<b>Κατηγορία Εφαρμογής</b>	Συγκόλληση μεταλλικών πλαισίων	
<b>Περιγραφή</b>	Συγκόλληση MIG. Ο χειριστής τοποθετεί τις συνιστώσες των αντικείμενων σε ειδικές καλίμπρες ενώ το ρομπότ συγκολλά από την άλλη πλευρά της τράπεζας τοποθέτησης.	
<b>Αντικείμενο</b>	Είδος Διαστάσεις	Στρατζαριστά μέρη Μέχρι 1500 X 1500 mm
<b>Απόδοση</b>	Αριθμός προσωπικού Παραγωγικότητα Ποιότητα	1 Αύξηση 70-80% Καλύτερη / Σταθερή
<b>Απόσβεση</b>	22 μήνες	

### 3. ΒΡΟΧΙΔΗΣ

Οι κατεργασίες όπως το τρόχισμα, η διάτρηση και η διάνοιξη σπειρώματος προσφέρονται για αυτοματοποίηση είτε με τη χρήση ρομπότ που θα φέρει τα

αντίστοιχα εργαλεία, είτε με την εξυπηρέτηση μηχανημάτων (τροχός, πρέσσα, κολαουζιέρα) από τον προγραμματιζόμενο βραχίονα.

Στην περίπτωση της εταιρείας ΒΡΟΧΙΔΗΣ, επιλέχτηκε η δεύτερη διάταξη λόγω του αντικειμένου αλλά και του χρόνου των κατεργασιών. Το σύστημα βασίζεται σε ένα ρομπότ 6 αξόνων, το M6100 της HITACHI, που εκτελεί τις εξής εργασίες :

- Λήψη αντικειμένου από παλέτα
- Τρόχισμα βάσης σε τροχό ( μία πλευρά )
- Λείανση βάσης σε ταινία ( 3 πλευρές )
- Διάτρηση σε πρέσσα με την τοποθέτηση του διακοσμητικού σε ειδικά καλούπια
- Διάνοιξη σπειρώματος με διπλή ηλεκτρική κολαουζιέρα
- Εναπόθεση σε παλέτα

Ο ρομποτικός βραχίονας έχει τη δυνατότητα αλλαγής αρπάγης, έτσι ώστε να χειρίζεται διαφορετικούς τύπους αντικειμένων (πυραμίδες, πολύεδρα, κ.λ.π). Η ευελιξία αυτή καθιστά το σύστημα εξαιρετικά παραγωγικό και δίνει τη δυνατότητα άμεσης επέκτασης σε άλλους τύπους ή άλλες κατεργασίες , όπως το φινίρισμα χυτών αντικειμένων.

ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	
<b>Προϊόν</b>	Διακοσμητικά αντικείμενα μνημείων
<b>Τόπος</b>	ΒΡΟΧΙΔΗΣ-ΑΤΤΙΚΗ
<b>Εφαρμογή</b>	Τρόχισμα άκρων, Διάτρηση και Διάνοιξη σπειρώματος σε διάφορους τύπους διακοσμητικών αντικειμένων από ορείχαλκο
<b>Ρυθμός Παραγωγής</b>	250 Αντικείμενα πλήρως κατεργασμένα ανά βάρδια
<b>Αποτελέσματα</b>	Αύξηση παραγωγικότητας-Βελτίωση ποιότητας και ακρίβειας-Μεγάλη ευελιξία-Τεχνολογική αναβάθμιση-Καλύτερος προγραμματισμός παραγωγής
<b>Επεκτάσεις</b>	Προγραμματισμός και άλλων τύπων Δυνατότητα γυαλίσματος και στίλβωσης σε τροχό

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ		
<b>Ρομπότ</b>	HITACHI M6100 Βαθμοί Ελευθερίας Βάρος Ανύψωσης Επαναληπτικότητα	6 10 Kg +/- 0,1mm

	Συγχρονισμός Βάρος Είσοδοι / Έξοδοι Χώρος Εργασίας	Απόλυτοι αποκωδικοποιητές 410 Kg 16/16 Κυλινδρικός ακτίνας 1,445mm
<b>Περιφερειακά</b>	Λαβίδες (gripper) Τροχός (1) Τροχός (2) Πρέσσα Κολαουζιέρα Προσκόμιση	Για όλα τα είδη Με σφυριδοταινία πλάτους 15cm Διπλός με δίσκους τροχίσματος Για όλα τα είδη (διάνοιξη οπών) Για όλα τα είδη (σπείρωμα) Παλέτες / Προωθητής
<b>Αισθητήρες</b>	Σύστημα Φωτοκυττάρων Διακοπή Λειτουργίας  Ασφάλεια	Μέτρηση φθοράς δίσκων τροχίσματος Σε κάθε πρόβλημα κατεργασίας (emergency stop) Υποσυστήματα ασφαλείας ελεγχόμενα κεντρικά
<b>Απόσβεση</b>	2,5 - 3 χρόνια	

#### 4. SCHWABE HELLAS

Στην εταιρεία Schwabe Hellas που κατασκευάζει στραγγαλιστικά πηνεία για λάμπες φθορισμού η εφαρμογή αφορά τη μεταφορά και τοποθέτηση των περιελίξεων. Η διαδικασία παραγωγής ξεκινά με την κατασκευή των περιελίξεων σε πέντε μηχανές και συνεχίζεται με την τοποθέτηση τους σε περιστρεφόμενη τράπεζα όπου τοποθετούνται ακροδέκτες. Η αυτοματοποίηση της διαδικασίας αυτής βασίστηκε και έλαβε υπόψη της τους εξής περιορισμούς :

- Τοποθέτηση του μεταφορικού συστήματος ώστε να μην περιορίζει τις κινήσεις στο χώρο των περιελικτικών μηχανών.
- Μεταφορά των περιελίξεων με τρόπο που να μην έρχονται σε επαφή.
- Συγχρονισμός του συστήματος μεταφοράς και τοποθέτησης με μεταβλητό αριθμό μηχανών και προσαρμογή στον ήδη υπάρχοντα χρονισμό της περιστρεφόμενης τράπεζας.
- Εξυπηρέτηση 5 περιελικτικών μηχανών ταυτόχρονα.
- Δυνατότητα ανεξάρτητης χρήσης του μεταφορικού συστήματος και του συστήματος τοποθέτησης σε περιπτώσεις μη ομαλής παραγωγής (Exception Handling).

Το τελικό σύστημα που επιλύει τα παραπάνω προβλήματα, περιέλαβε :

- Ιμάντα μεταφοράς 9m με 5 ανεξάρτητους διαδρόμους, τοποθετημένος σε ύψος που να επιτρέπει τη διέλευση εργατών και μηχανημάτων.
- 5 συσκευές ανύψωσης των περιελίξεων σε ύψος 4m.
- Ιδιοσυσκευή αναμονής, τροφοδοσίας και απόρριψης περιελίξεων.
- Robot Scara της εταιρείας Hitachi τύπου A4010.
- Ιδιοσυσκευή τοποθέτησης της περιέλιξης στην περιστρεφόμενη τράπεζα.

Οι περιελίξεις παραλαμβάνονται από τις 5 μηχανές αυτόματα και με τη βοήθεια αναβατήρων τοποθετούνται στους διαδρόμους του ιμάντα μεταφοράς, ενώ συγχρόνως ειδική ιδιοσυσκευή προετοιμάζει τα άκρα για την τοποθέτηση των ακροδεκτών. Στην συνέχεια οι περιελίξεις μεταφέρονται με τον ιμάντα των 5 διακεκριμένων διαδρόμων στον χώρο του ρομπότ. Εκεί καταλήγουν σε ιδιοσυσκευή η οποία, αφ' ενός τις προσκομίζει με ακρίβεια στη θέση από όπου τις παραλαμβάνει ο βραχίονας αποκόπτοντας συγχρόνως τα άκρα του σύρματος στο επιθυμητό μήκος, και αφ' ετέρου απορρίπτει όσες φτάνουν πριν το ρομπότ προλάβει να αδειάσει τις θέσεις λήψης. Στη συνέχεια το ρομπότ ανιχνεύει την ύπαρξη ή όχι των περιελίξεων στην αναμονή και τις παραλαμβάνει την κατάλληλη στιγμή. Η τοποθέτηση τους στην περιστρεφόμενη τράπεζα γίνεται με τη βοήθεια ιδιοσυσκευής συγχρονισμένης και ελεγχόμενης από το ρομπότ.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η παραπάνω εφαρμογή δεν χαρακτηρίστηκε αξιόλογη από την εταιρεία αφού η γραμμή παραγωγής, δεν έγινε περισσότερο αποδοτική. Το γεγονός οφείλεται στην αντιμετώπιση μεγάλων δυσκολιών εγκατάστασης του ρομπότ και στην έλλειψη ειδικευμένου τεχνικού προσωπικού.

ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	
<b>Προϊόν</b>	Μετασχηματιστές για λάμπες φθορισμού
<b>Τόπος</b>	SCHWABE - ΑΤΤΙΚΗ
<b>Εφαρμογή</b>	Εξυπηρέτηση μηχανών - Συναρμολόγηση
<b>Ρυθμός Παραγωγής</b>	6.000 πηνεία ανά βάρδια
<b>Αποτελέσματα</b>	Μεγάλη ευελιξία-Τεχνολογική αναβάθμιση-Αξιοπιστία-Απελευθέρωση εργατικού δυναμικού

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ		
Ρομπότ	HITACHI A4010 SL Scara, Αρθρωτό (βαθμοί ελευθερίας 4)	
Βραχίονας 1	Γωνία Μήκος	+/- 90° 300 mm
Βραχίονας 2	Γωνία Μήκος	+/- 135° 300 mm
Καρπός	Z Στροφή	150 mm 360°
Βάρος Ανύψωσης	1 Kg (χαμηλή ταχύτητα)- 5 Kg (μέγιστη ταχύτητα)	
Επαναληπτικότητα	+/- 0,05 mm	
Περιφερειακά		
Σύστημα μεταφοράς	Ιμάντας μεταφοράς 9 m με 5 ανεξάρτητους διαδρόμους	
Σύστημα ανύψωσης	5 συσκευές ανύψωσης σε ύψος 4 m	
Σύστημα διαλογής	Ιδιοσυσκευή αναμονής, τροφοδοσίας, απόρριψης	
Σύστημα τοποθέτησης	Ιδιοσυσκευή τοποθέτησης στην περιστρεφόμενη τράπεζα	
Σύστημα λήψης	Ειδική αρπάγη	

## 5. ΔΑΛΛΙΔΗΣ Α.Ε. - MABEL

Η εταιρεία ΔΑΛΛΙΔΗΣ Α.Ε. που παράγει τα γνωστά είδη σοκολατοποιίας MABEL, εγκατέστησε και έθεσε σε επιτυχή λειτουργία ένα ρομποτικό σύστημα συσκευασίας για δύο είδη σοκολατιδίων. Το σύστημα προσαρμόστηκε στην έξοδο της τυλικτικής μηχανής και αποτελείται από:

- ένα υποσύστημα συσσώρευσης και προώθησης σοκολατιδίων κατά σειρές.
- ένα υποσύστημα στοκαρίσματος κατά 50άδες ή 70άδες.
- ένα ρομπότ καρτεσιανού τύπου 4 αξόνων εξοπλισμένο με ειδικές αρπάγες αναρρόφησης.
- ένα υποσύστημα τοποθέτησης δεσμιδίων ειδικού διαχωριστικού χαρτιού.
- ένα υποσύστημα προσκόμισης απομάκρυνσης του κυτίου συσκευασίας.

Τα σοκολατίδια συσσωρεύονται κατά τον επιθυμητό εκάστοτε αριθμό και προωθούνται σε ιμάντα. Στο τέλος του ιμάντα στοκάρονται κατά 50άδες ή 70άδες,

λαμβάνονται από το ρομπότ με αναρρόφηση και τοποθετούνται στο κουτί συσκευασίας. Το ρομπότ τοποθετεί επίσης το διαχωριστικό χαρτί. Η δυνατότητα συσκευασίας, ξεπερνά με ένα σταθμό εργασίας τα εκατό χιλιάδες σοκολατίδια ανά βάρδια. Η ποιότητα συσκευασίας είναι απόλυτα εξασφαλισμένη, το σύστημα μπορεί να δουλεύει αν χρειαστεί σε 3 βάρδιες, ενώ αυτή τη στιγμή μελετάται η επέκταση του και για άλλα είδη προϊόντων της εταιρείας.

ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	
<b>Προϊόν</b>	Σοκολατίδια
<b>Τόπος</b>	ΔΑΛΛΙΔΗΣ “MABEL”
<b>Εφαρμογή</b>	Συσκευασία σοκολατιδίων
<b>Ρυθμός Παραγωγής</b>	Συσκευάζει μέχρι 250 σοκολατίδια το λεπτό
<b>Αποτελέσματα</b>	Αύξηση παραγωγικότητας-Βελτίωση ποιότητας-Μείωση εργατικού κόστους-Μείωση εργατικού προσωπικού
<b>Επεκτάσεις</b>	Υπό μελέτη η επέκταση του συστήματος και για άλλα είδη προϊόντων της εταιρείας

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	
<b>Ρομπότ</b>	HITACHI AX 4020 L (Καρτεσιανό 4 αξόνων)
<b>Συνιστώσες</b>	Υποσύστημα συσσώρευσης-προώθησης Ρομπότ λήψης-τοποθέτησης με αναρρόφηση Υποσύστημα προσκόμισης/απομάκρυνσης κουτιών
<b>Περιφερειακός Εξοπλισμός</b>	PLC Ιμάντες Σύστημα προώθησης Αρπάγη αναρρόφησης

<b>Κατηγορία Εφαρμογής</b>	Συσκευασία τροφίμων	
<b>Περιγραφή</b>	Συσώρευση / Προώθηση σοκολατιδίων, στοκάρισμα ανα στρώμα, λήψη-τοποθέτηση σε κυτίο, επίθεση διαχωριστικού χαρτιού, προσκόμιση / απομάκρυνση γεμάτων / άδειων κουτιών.	
<b>Αντικείμενο</b>	Είδος Βάρος	Τυλιγμένα σοκολατίδια ½ kg ανά 70 κομμάτια
<b>Απόδοση</b>	Αριθμός προσωπικού Παραγωγή Ποιότητα	1 έως 2 100.000 ανά βάρδια Καλύτερη
<b>Απόσβεση</b>	22 μήνες	

## 6. CAMELIA

Το ρομποτικό σύστημα που εγκαταστάθηκε στην εταιρεία οικιακών συσκευών CAMELIA, είναι παρόμοιο με αυτό της εταιρείας ΧΡΥΣΟΒΙΤΣΙΩΤΗΣ και αφορά την ίδια εφαρμογή (ρομποτική συγκόλληση MIG). Η προσαρμογή του συστήματος στον υπάρχοντα εξοπλισμό ήταν τεράστια, ενώ πέρα από προβλήματα λειτουργίας του, λόγω έλλειψης ειδικευμένου προσωπικού, παρουσιάστηκε και αρνητική αντίδραση από τους εργατές της εταιρείας. Αποτέλεσμα όλων των παραπάνω, ήταν η απογοήτευση της εταιρείας από την τοποθέτηση του ρομπότ που τελικά δεν βελτίωσε την απόδοση της γραμμής παραγωγής της.

ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	
<b>Προϊόν</b>	Οικιακές Συσκευές
<b>Τόπος</b>	CAMELIA
<b>Εφαρμογή</b>	Ρομποτική Συγκόλληση MIG θερμοσίφωνων
<b>Ρυθμός Παραγωγής</b>	100 θερμοσίφωνες ανά βάρδια (ανά οκτάωρο)
<b>Αποτελέσματα</b>	Δυσκολία προσαρμογής-Προβλήματα συντήρησης-Ανεπαρκής αξιοπιστία-Αρνητική αντιμετώπιση από τους εργαζόμενους



ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ		
Ρομπότ	HITACHI M6100 (Κυλινδρικό 6 αξόνων)	
Συνιστώσες	Υποσύστημα συγκόλλησης 350 A inverter Τράπεζα τοποθέτησης 3 αξόνων Καλίμπρες	
Τράπεζα Τοποθέτησης	FINROBOT ARP 150 3 αξόνων	
Κατηγορία Εφαρμογής	Συγκόλληση μεταλλικών πλαισίων	
Περιγραφή	Συγκόλληση MIG. Ο χειριστής τοποθετεί τις συνιστώσες των αντικείμενων σε ειδικές καλίμπρες ενώ το ρομπότ συγκολλά από την άλλη πλευρά της τράπεζας τοποθέτησης.	
Απόδοση	Παραγωγικότητα Ποιότητα	Δεν αυξήθηκε Σταθερή-Μη βελτιωμένη

## 7. JACOBS-SUCHARD ΠΑΥΛΙΔΗΣ

Ένας από τους βασικούς λόγους που ώθησαν την εταιρεία JACOBS-SUCHARD Παυλίδη στην τοποθέτηση ρομπότ ήταν το γεγονός ότι και ο κύριος ανταγωνιστής της, δηλαδή η εταιρεία ΔΑΛΛΙΔΗΣ “MABEL”, είχε εγκαταστήσει ρομποτικά συστήμα για την συσκευασία των προϊόντων της. Χρησιμοποιώντας τα δύο ρομπότ που εγκατέστησε σε τρεις βάρδιες, η εταιρεία καταφέρει να αυξήσει θεαματικά την παραγωγική σε σοκολατίδια κάνοντας απόσβεση της επένδυσης σε μία και μόνο σαιζόν, ενώ αυτήν τη στιγμή γίνεται μελέτη προσαρμογής του συστήματος σε καινούρια προϊόντα της εταιρείας.

Η λειτουργία του συστήματος είναι παρόμοια με αυτή στην εταιρεία ΔΑΛΛΙΔΗΣ “MABEL”.

ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	
Προϊόν	Τρόφιμα
Τόπος	JACOBS-SUCHARD Παυλίδης
Εφαρμογή	Συσκευασία Σοκολατιδίων
Τύπος Ρομπότ	ADEPT ONE ADEPT 550
Ρυθμός Παραγωγής	Συσκευάζει μέχρι 200 σοκολατίδια το λεπτό

<b>Αποτελέσματα</b>	Αύξηση παραγωγικότητας-Βελτίωση ποιότητας-Ευελιξία σε αλλαγές προϊόντων-Τεχνολογική αναβάθμιση της παραγωγής-Βελτίωση συνθηκών εργασίας-Μείωση εργατικού προσωπικού
---------------------	---

## 8. ELECTREX

Το σύστημα που εγκατέστησε η μεταλλουργική εταιρεία ELECTREX, είναι ένα σύστημα τροφοδότησης της γραμμής παραγωγής με ένα ρομπότ τύπου HITACHI A4010S. Εξαιτίας της δομής της παραπάνω γραμμής, εκτός από τα προβλήματα προσαρμογής που αντιμετωπίστηκαν, *ήταν αναγκαία η μεγαλύτερη επένδυση σε ρομποτικά συστήματα για να εξυπηρετηθεί όλη η γραμμή*, με αποτέλεσμα την μερική βελτίωση της.

ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	
<b>Προϊόν</b>	Επεξεργασίες μετάλλων
<b>Τόπος</b>	ELECTREX
<b>Εφαρμογή</b>	Τροφοδοσία
<b>Τύπος Ρομπότ</b>	HITACHI A4010S
<b>Ρυθμός Παραγωγής</b>	6 pick & places / min
<b>Αποτελέσματα</b>	Μερική βελτίωση της γραμμής παραγωγής

## 9. ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ

Η ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ, εγκατέστησε ένα σύστημα επιφανειακής λείανσης και φινιρίσματος βρυσών, με ρομπότ που έχει ενσωματωμένο στο εργαλείο αφαίρεσης του υλικού, σερβομηχανισμό ο οποίος ελέγχει την δύναμη που εφαρμόζεται στην επιφάνεια. Το όλο σύστημα είναι ένα από τα ακριβότερα που τοποθετήθηκαν από την εταιρεία ΖΗΝΩΝ (με συνολικό κόστος 35.000.000 εκατ. δρχ.), γεγονός που ανάγκασε την ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ να αναζητήσει πηγές χρηματοδότησης.

Η εταιρεία αντιμετώπισε δυσκολίες στην ένταξη του συστήματος στη παραγωγή της, ενώ αρνητικές ήταν και οι αντιδράσεις των εργατών της. Γενικά η χρήση του ρομποτικού συστήματος δεν είχε τα αναμενόμενα αποτελέσματα και δεν θεωρήθηκε αξιόλογη.

ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	
Προϊόν	Επεξεργασία Μετάλλου
Τόπος	ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ
Εφαρμογή	Λείανση-Φινίρισμα
Τύπος Ρομπότ	HITACHI MR6300
Ρυθμός Παραγωγής	12 κομμάτια ανά ώρα(με δύο περάσματα)
Αποτελέσματα	Βελτίωση ποιότητας-Αντίδραση από εργατικό προσωπικό

#### 10. ECON ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ

ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	
Προϊόν	Αμυντικός εξοπλισμός
Τόπος	ECON ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ
Εφαρμογή	Ρομποτική Συγκόλληση
Τύπος Ρομπότ	HITACHI M6100
Ρυθμός Παραγωγής	Ταχύτητα συγκόλλησης 50cm/min
Αποτελέσματα	Αύξηση παραγωγικότητας-Τεχνολογική αναβάθμιση

#### 11. VIOLEX-BIC

ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	
Προϊόν	Προσωπικά Είδη
Τόπος	VIOLEX - BIC
Εφαρμογή	Συσκευασία-R&D (χρησιμοποιείται σε ερευνητικό επίπεδο για τον σχεδιασμό συστημάτων)
Τύπος Ρομπότ	ADEPT ONE
Αποτελέσματα	Αύξηση παραγωγικότητας-Ευελιξία σε αλλαγές προϊόντων-Τεχνολογική αναβάθμιση

### 4.3 ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Το ερωτηματολόγιο που παρουσιάζεται παρακάτω, αποτελείται από τρία τμήματα που το καθένα αντιστοιχεί στο όλο σκεπτικό της σύνταξης του, δηλαδή την *αναγνώριση των εταιρειών που εγκατέστησαν ρομποτικά συστήματα* (πρώτο μέρος), την *διαδικασία εγκατάστασης και χρήσης τους* (δεύτερο μέρος) και τα *αποτελέσματα που απέφεραν* (τρίτο μέρος).

Στο πρώτο μέρος (ερωτήσεις 1-3) γίνεται προσπάθεια *καταγραφής των χαρακτηριστικών των χρηστών εταιρειών* με στοιχεία όπως ο αριθμός των εργαζομένων που απασχολεί η κάθε μία, ο ετήσιος τζίρος τους και οι βάρδιες (ανά ημέρα) χρήσης του ρομπότ. Εδώ, βασικός στόχος είναι να υποδειχθεί το μέγεθος των εταιρειών που χρησιμοποίησαν ρομπότ.

Το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου (ερωτήσεις 4-9) αναφέρεται στον *τρόπο που έγινε η εισαγωγή του συστήματος στην εταιρεία* με ερωτήσεις όπως το αν έγινε μελέτη εφικτότητας, ποια ήταν η χρονική διάρκεια μέχρι την εισαγωγή του ρομπότ στην παραγωγή και πόσο κόστισε. Επίσης αναφέρεται στη *χρήση του συστήματος*, καταγράφοντας το παρόν στάδιο λειτουργίας του και τις ώρες ανά εβδομάδα που δουλεύει στην παραγωγή. Σε αυτό το σημείο, σκοπός είναι να συσχετιστεί η παρούσα χρήση του ρομπότ με τον τρόπο που πραγματοποιήθηκε η εγκατάσταση του, έτσι ώστε να προσδιοριστεί το κατά πόσο μια μελέτη εφικτότητας συμβάλλει στην σωστή λειτουργία του, όπως επίσης η καταγραφή των απαιτήσεων που έχουν συγκεκριμένα ρομποτικά συστήματα (ανάλογα με την εφαρμογή και το κόστος τους), για τον τρόπο εισαγωγής τους στην παραγωγική διαδικασία.

Το τρίτο και τελευταίο μέρος του ερωτηματολογίου (ερωτήσεις 10-16), είναι και το πιο σημαντικό. Εδώ ζητείται από τις εταιρείες η *αξιολόγηση της χρήσης των ρομποτικών συστημάτων*. Στην προσπάθεια καταγραφής των αποτελεσμάτων από τη χρήση του ρομπότ, ζητούνται όχι μόνο τα οφέλη που πραγματοποιήθηκαν και οι δυσκολίες που αντιμετωπίστηκαν, αλλά και αυτά που αναμένονταν πριν την εγκατάσταση του, έτσι ώστε να υποδειχθούν οι λόγοι για τους οποίους οι εταιρείες προχώρησαν στην τελική απόφαση αγοράς του ρομπότ. Εκτός των άλλων σημαντικά

θα είναι και τα αποτελέσματα που θα βγούν από τη συσχέτιση της αξιολόγησης των ρομποτικών συστημάτων με ερωτήσεις των προηγούμενων μέρων του ερωτηματολογίου.

Τέλος πρέπει να αναφερθεί ότι *οι απαντήσεις* των ερωτηματολογίων για την κάθε εταιρεία, *δόθηκαν όσο το δυνατόν αμερόληπτα από τον διευθυντή της ΖΗΝΩΝ, κ. Οικονόμου Αντώνη*, γεγονός όμως που δεν απορρίπτει την πιθανή, *μικρή πόλωση* όσον αφορά στα αποτελέσματα. Όλες οι απαντήσεις των ερωτηματολογίων βρίσκονται στο παράρτημα της εργασίας, ενώ στη συνέχεια παρουσιάζεται το ερωτηματολόγιο.

**ΡΟΜΠΟΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ**  
**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ**

**ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ**

**A. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ**

1) Περίπου πόσα άτομα εργάζονται αυτή τη στιγμή στην εταιρεία .

1 - 50	<input type="checkbox"/>	201 - 500	<input type="checkbox"/>
51 - 100	<input type="checkbox"/>	501 - 1000	<input type="checkbox"/>
101 - 200	<input type="checkbox"/>	1001 +	<input type="checkbox"/>

2) Ποιός είναι περίπου ο ετήσιος τζίρος της εταιρείας .

έως 1 δισ.	<input type="checkbox"/>
1 - 5 δισ.	<input type="checkbox"/>
5 - 10 δισ.	<input type="checkbox"/>
10 + δισ.	<input type="checkbox"/>

3) Πόσες βάρδιες ανά ημέρα έχετε στο τμήμα που χρησιμοποιείται το ρομπότ .

Μία	<input type="checkbox"/>
Δύο	<input type="checkbox"/>
Τρεις	<input type="checkbox"/>
Περισσότερες	<input type="checkbox"/>

**B. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ & ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΡΟΜΠΟΤ**

4) Έγινε κάποια μελέτη εφικτότητας πριν παρθεί η απόφαση για την αγορά του ρομπότ .

Όχι	<input type="checkbox"/>
Ναι , με την βοήθεια του προμηθευτή	<input type="checkbox"/>
Ναι , από άτομα της εταιρείας	<input type="checkbox"/>
Ναι , με την βοήθεια ανεξάρτητου συμβούλου	<input type="checkbox"/>

5) Σε τι στάδιο βρίσκεται αυτή τη στιγμή η χρήση του ρομπότ .

Πειραματικό , σε ανάπτυξη	<input type="checkbox"/>
---------------------------	--------------------------

Εγκατεστημένο για παραγωγή

☐

Εγκαταλελειμένο προσωρινά από χρήση

☐

6) Πότε αποκτήσατε το ρομπότ .

Χρονολογία \_ \_ \_ \_ \_

7) Πόσος χρόνος χρειάστηκε για να μπει στη παραγωγή .

\_\_\_\_\_

8) Πόσο περίπου κόστισε το ρομπότ .

Συμπεριλαμβάνοντας κόστος εγκατάστασης

και εκπαίδευσης \_\_\_\_\_

9) Περίπου πόσες ώρες την εβδομάδα είναι προγραμματισμένο το ρομπότ να δουλεύει στην παραγωγή .

Ωρες \_\_\_\_\_

**Γ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΡΟΜΠΟΤ**

10) Ποιά οφέλη αναμένετε να αποκτήσετε από τη χρήση του ρομπότ πριν μπει στην παραγωγή και ποιά πραγματικά αποκτήθηκαν αφού μπήκε στην παραγωγή .

	<u>Αναμενόταν</u>	<u>Πραγματοποιήθηκε</u>
- Βελτιωμένη ποιότητα προϊόντων	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Μεγαλύτερος όγκος παραγωγής	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Μεγαλύτερη ευελιξία σε αλλαγές προϊόντων	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Μικρότερο κόστος εξοπλισμού	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Μικρότερο κόστος υλικών, λιγότερες απώλειες	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Μικρότερο κόστος ενέργειας	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Μικρότερο εργατικό κόστος	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Βελτιωμένες συνθήκες εργασίας, ασφάλεια	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Τεχνολογική αναβάθμιση της παραγωγής	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11) Τι δυσκολίες ή μειονεκτήματα αναμένετε από τη χρήση του ρομπότ πριν μπει στην παραγωγή και ποιά πραγματικά αντιμετωπίσατε αφού μπήκε στην παραγωγή .

ΑναμενότανΑντιμετωπίστηκε

- |   |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|
| - Δυσκολία προσαρμογής στον υπάρχοντα εξοπλισμό | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Ανεπαρκής αξιοπιστία, προβλήματα συντήρησης   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Προβλήματα εγκατάστασης                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Υψηλό κόστος του εξοπλισμού                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Έλλειψη ειδικευμένου τεχνικού προσωπικού      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Προβλήματα υγείας & ασφάλειας                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Αντίδραση από εργάτες                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**12 )** Γενικά θεωρείτε ότι η χρήση του ρομπότ ήταν :

- |                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| Πάρα πολύ αξιόλογη   | <input type="checkbox"/> |
| Αρκετά αξιόλογη      | <input type="checkbox"/> |
| Οχι ακριβώς αξιόλογη | <input type="checkbox"/> |
| Καθόλου αξιόλογη     | <input type="checkbox"/> |

**13 )** Η χρήση του ρομπότ έκανε την γραμμή παραγωγής περισσότερο αποδοτική.

- |     |                          |     |                          |
|-----|--------------------------|-----|--------------------------|
| Ναι | <input type="checkbox"/> | Οχι | <input type="checkbox"/> |
|-----|--------------------------|-----|--------------------------|

**14 )** Γενικά ποιά ήταν η αντίδραση των εργατών από την εισαγωγή του ρομπότ .

- |                 |                          |
|-----------------|--------------------------|
| Πολύ θετική     | <input type="checkbox"/> |
| Σχεδόν θετική   | <input type="checkbox"/> |
| Ουδέτερη        | <input type="checkbox"/> |
| Σχεδόν αρνητική | <input type="checkbox"/> |
| Αρνητική        | <input type="checkbox"/> |

**15 )** Ποιά ήταν η επίδραση της εισαγωγής του ρομπότ στον αριθμό των εργατών

- |                                 |                          |
|---------------------------------|--------------------------|
| Αύξηση του εργατικού προσωπικού | <input type="checkbox"/> |
| Καμία αλλαγή                    | <input type="checkbox"/> |
| Μείωση του εργατικού προσωπικού | <input type="checkbox"/> |

**16 )** Γενικά σχόλια από τη χρήση του ρομπότ .

---



#### 4.4 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ

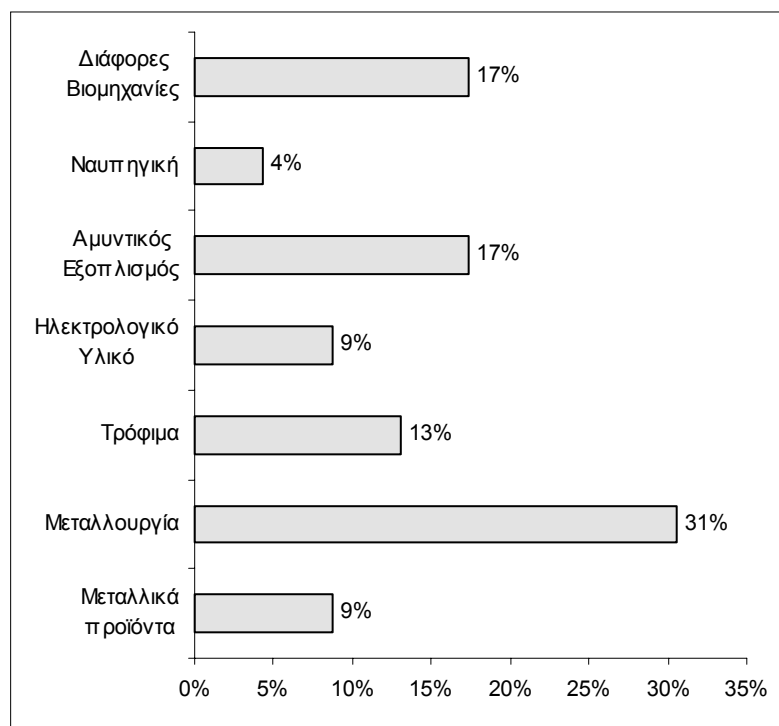
##### 4.4.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ ΡΟΜΠΟΤ

Το πρώτο στοιχείο που προκύπτει από την επεξεργασία των ερωτηματολογίων, είναι η ταυτότητα των εταιρειών που έχουν εγκαταστήσει ρομπότ. Γενικά, η κατανομή τους σε σχέση με το μέγεθος τους (βλ. Πίνακα 4.2), δείχνει ότι *πρόκειται για εταιρείες τόσο μικρές, όσο και μεγάλες*. Με ποσοστό 55%, ανήκουν στην κατηγορία των εταιρειών που κατέχουν μικρό αριθμό εργαζομένων, ενώ το 64% έχουν ετήσιο τζίρο έως 5 δισ.

	<i>Ετήσιος Τζίρος</i>			
<i>Αριθμός εργαζομένων</i>	Εώς 1 δισ.	1 - 5 δισ.	5 - 10 δισ.	10 + δισ.
1 - 50	4			
51 - 100		2		
101 - 200		1	1	
201- 500				3

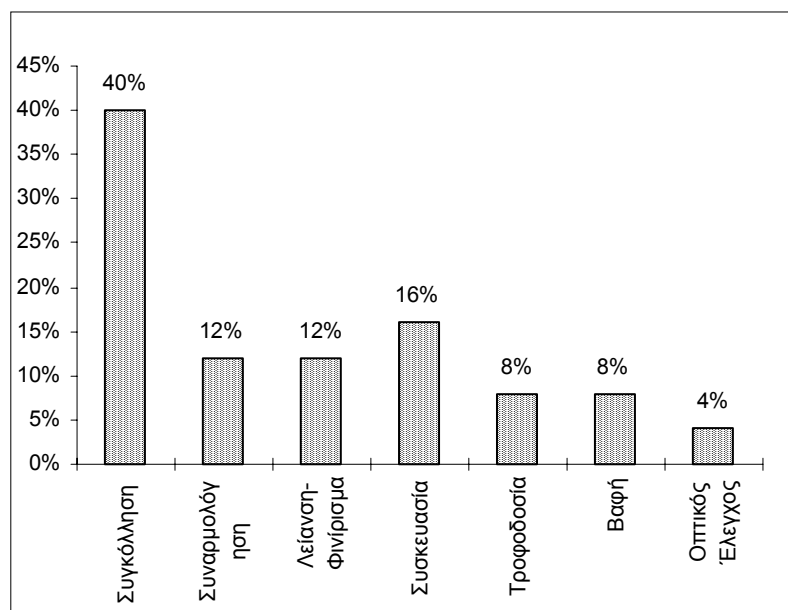
**Πίνακας 4.2** Κατανομή των χρηστών σε σχέση με τον αριθμό και τον ετήσιο τζίρο

Όσον αφορά το βιομηχανικό κλάδο που ανήκουν (βλ. Σχήμα 4.1) φαίνεται ότι *ο κλάδος της μεταλλουργίας και αυτός των μεταλλικών προϊόντων, αποτελούν σήμερα τον κυριότερο χρήστη βιομηχανικών ρομπότ, με ποσοστό 40% συνολικά*. Επίσης σημαντικό μερίδιο καταλαμβάνει *ο κλάδος των τροφίμων με εταιρείες όπως οι JACOBS-SUCHARD Παυλίδης, HELLENIC CATERING και Δαλλίδης-MABEL, με ποσοστό 13%*. Ωστόσο βιομηχανίες κλάδων όχι τόσο ανεπτυγμένες στη χώρα μας, όπως η ναυπηγική και η αμυντική βιομηχανία, χρησιμοποιούν σε μεγάλο βαθμό ρομπότ, γεγονός που πιθανώς να οφείλεται στο ότι παράγουν προϊόντα υψηλής τεχνολογίας.



**Σχήμα 4.1** Κατανομή των χρηστών κατά βιομηχανικό κλάδο.

Όσον αφορά στις εφαρμογές που χρησιμοποιούνται τα ρομπότ στην Ελλάδα (βλ. Σχήμα 4.2), τα αποτελέσματα κρίνονται αναμενόμενα αν ληφθούν υπόψιν τα είδη των βιομηχανικών κλάδων που απασχολούν ρομπότ. Μεταλλουργικές κατεργασίες όπως συγκόλληση, συναρμολόγηση και βαφή, καταλαμβάνουν ένα ποσοστό πάνω από 50% του συνόλου των εφαρμογών, ενώ η συσκευασία κατέχει ένα αξιόλογο 16%. Προβληματισμός υπάρχει όσον αφορά τη χρησιμοποίηση ρομπότ στον ποιοτικό έλεγχο.



**Σχήμα 4.2** Κατανομή των εγκατεστημένων ρομπότ σε εφαρμογές

Παρόλο που τα βιομηχανικά ρομπότ γίνονται περισσότερο αποδοτικά όταν χρησιμοποιηθούν σε περισσότερες από μία βάρδιες, η χρήση τους από τις εταιρείες φαίνεται να περιορίζεται (βλ. Πίνακα 4.3) στη μία βάρδια. Πάντως, υπάρχουν δείγματα εταιρειών που ανάλογα με τις απαιτήσεις της παραγωγής τους χρησιμοποίησαν το ρομπότ άλλες φορές σε μία βάρδια και άλλες σε δύο, σε περιόδους αιχμής. Εξαίρεση αποτελεί η εταιρεία JACOBS-SUCHARD Παυλίδης, η οποία εκμεταλλεύτηκε το ρομπότ σε τρεις βάρδιες με εξαιρετικά αποτελέσματα στον όγκο παραγωγής.

Βάρδιες	Αριθμός Ρομπότ
Μία	7
Άλλες φορές μία και άλλες δύο	3
Τρεις	1

**Πίνακας 4.3** Βάρδιες ανά ημέρα που χρησιμοποιούνται τα ρομπότ.

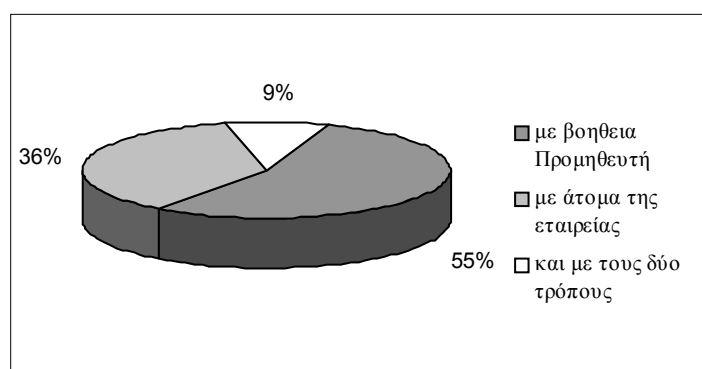
Τα παραπάνω αποτελέσματα επαληθεύονται και από τον Πίνακα 4.4. Παρατηρούμε ότι τα μισά από τα συστήματα που εργάζονται σε μία βάρδια δεν αξιοποιούν ούτε τις μισές ώρες εργασίας. Με άλλα λόγια υπολειτουργούν.

	<20 ώρες	20-40 ώρες	40-80 ώρες	>80 ώρες
Αριθμός Ρομπότ	3	3	3	1

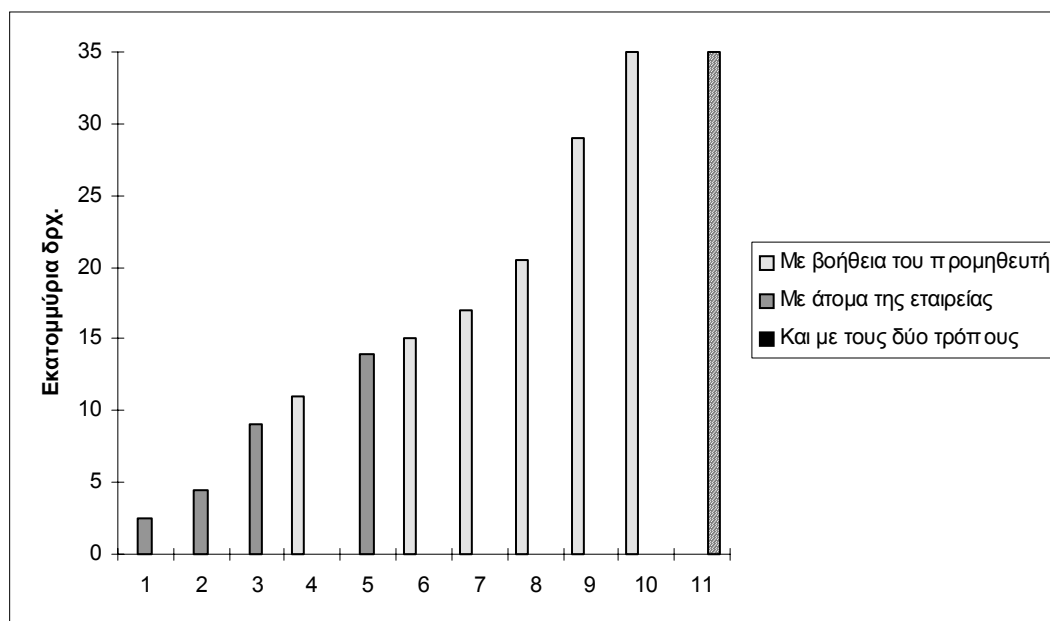
**Πίνακας 4.4** Ώρες λειτουργίας των εγκατεστημένων ρομπότ ανά εβδομάδα

#### 4.4.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΡΟΜΠΟΤ

Πριν παρθεί η απόφαση για την αγορά του ρομπότ *όλοι οι χρήστες χρησιμοποίησαν μία μελέτη εφικτότητας*, η οποία τις περισσότερες φορές έγινε με τη βοήθεια του προμηθευτή ενώ σε ποσοστό 36% έγινε από τους ίδιους (βλ. Σχήμα 4.3). Μόνο ένας από τους χρήστες πραγματοποίησε τη μελέτη εφικτότητας και με τους δύο τρόπους. Δεν είναι όμως τυχαίο το γεγονός αυτό, το οποίο έγινε επειδή επρόκειτο για απόφαση αγοράς ρομποτικού συστήματος πολύ μεγάλου κόστους (35 εκατομμυρίων). Γενικά από το Σχήμα 4.4 φαίνεται ότι για τα ρομποτικά συστήματα μέσου και υψηλού κόστους, η μελέτη εφικτότητας πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του προμηθευτή πράγμα που πιθανώς να οφείλεται στην έλλειψη τεχνογνωσίας. Αντίθετα, ρομπότ με σχετικά χαμηλό κόστος, τοποθετήθηκαν έπειτα από μελέτη που έκαναν οι εταιρείες από μόνες τους.



**Σχήμα 4.3** Τρόπος που έγινε η μελέτη εφικτότητας πριν την απόφαση για την αγορά του ρομπότ



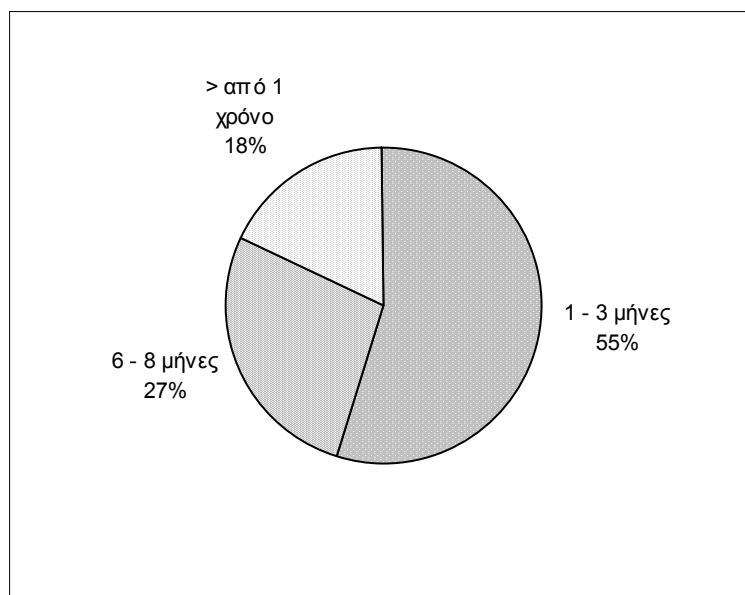
**Σχήμα 4.4** Κόστος του ρομπότ σε σχέση με τον τρόπο που έγινε η μελέτη εφικτότητας.

Στο σημείο αυτό πρέπει να επισημάνουμε ότι οι μελέτες εφικτότητας, ανεξάρτητα από ποιον πραγματοποιήθηκαν, είχαν αξιόλογη επιτυχία, αφού τα εγκατεστημένα για παραγωγή ρομπότ ανέρχονται σε ποσοστό 73% (βλ. Πίνακα 4.5).

	<i>Στάδιο χρήσης του ρομπότ</i>		
<i>Μελέτη Εφικτότητας</i>	Πειραματικό, σε ανάπτυξη	Εγκατεστημένο για παραγωγή	Εγκαταλελειμένο από χρήση
Με τη βοήθεια του προμηθευτή		5	1
Από άτομα της εταιρείας	2	2	
Και με τους δύο τρόπους		1	

**Πίνακας 4.5** Στάδιο χρήσης του ρομπότ, σε σχέση με τη μελέτη εφικτότητας.

Για σχεδόν τις μισές περιπτώσεις ο χρόνος που χρειάστηκε για να εισαχθούν τα ρομπότ στην παραγωγή ήταν μικρός, από 1 έως 3 μήνες (βλ. Σχήμα 4.5). Μόνο για ένα μικρό ποσοστό της τάξης του 18% των εγκατεστημένων ρομπότ απαιτήθηκε χρόνος μεγαλύτερος του έτους. Επίσης εργασίες όπως η συγκόλληση και η συσκευασία απαιτούν μικρό χρόνο εισαγωγής (βλ. Πίνακας 4.6), ενώ εφαρμογές συναρμολόγησης και κυρίως τροφοδοσίας χρειάζονται πολύ περισσότερο χρόνο.



**Σχήμα 4.5** Απαιτούμενος χρόνος για την ένταξη του ρομπότ στην παραγωγή.

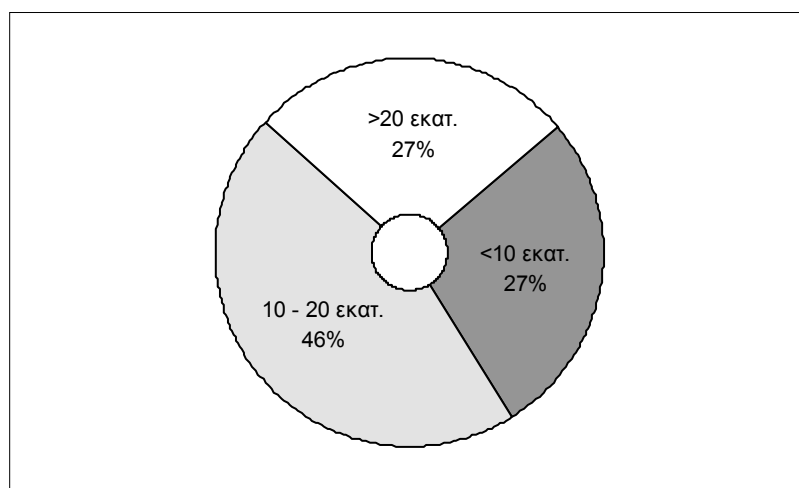
	<i>Απαιτούμενος χρόνος για εγκατάσταση</i>		
<i>Εφαρμογή</i>	1 -3 μήνες	6 - 8 μήνες	>12 μήνες
Συγκόλληση	3		1
Τροφοδοσία		1	1
Συσκευασία	3		
Λείανση - Φινίρισμα		1	
Συναρμολόγηση		1	

**Πίνακας 4.6** Απαιτούμενος χρόνος για εγκατάσταση σε σχέση με τη ρομποτική εφαρμογή.

Όσον αφορά στα κόστη για την τοποθέτηση των ρομπότ (βλ. Πίνακα 4.7), υπάρχει ένα μεγάλο εύρος τιμών. Σχεδόν τα τρία τέταρτα των ρομποτικών συστημάτων (βλ. Σχήμα 4.6) είχαν κόστος μικρότερο από 20 εκατομμύρια δρχ. και από αυτά τα δύο τρίτα έχουν κόστος μεταξύ 10 έως 20 εκατομμύρια δρχ.

ΕΤΑΙΡΕΙΑ	ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΚΟΣΤΟΣ
ΧΡΥΣΟΒΙΤΣΙΩΤΗΣ	Συγκόλληση	20.500.000
STELCO	Συγκόλληση	17.000.000
CAMELIA	Συγκόλληση	29.000.000
BROXIDΗΣ	Λείανση - Διάτρηση	15.000.000
VIOLEX - BIC	Συσκευασία	14.000.000
ΔΑΛΛΙΔΗΣ "MABEL"	Συσκευασία	11.000.000
ELECTREX	Τροφοδοσία	4.500.000
SCHWABE	Συναρμολόγηση	9.000.000
ECON ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ	Συγκόλληση	2.500.000
ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ	Λείανση - Φινίρισμα	35.000.000
JACOBS - SUCHARD	Συσκευασία	35.000.000

**Πίνακας 4.7** Κόστος των ρομποτικών συστημάτων (συμπεριλαμβάνοντας πρόσθετα κόστη) της κάθε εφαρμογής.



**Σχήμα 4.6** Κόστος των εγκατεστημένων ρομπότ συμπεριλαμβάνοντας πρόσθετα κόστη

#### 4.4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΡΟΜΠΟΤ

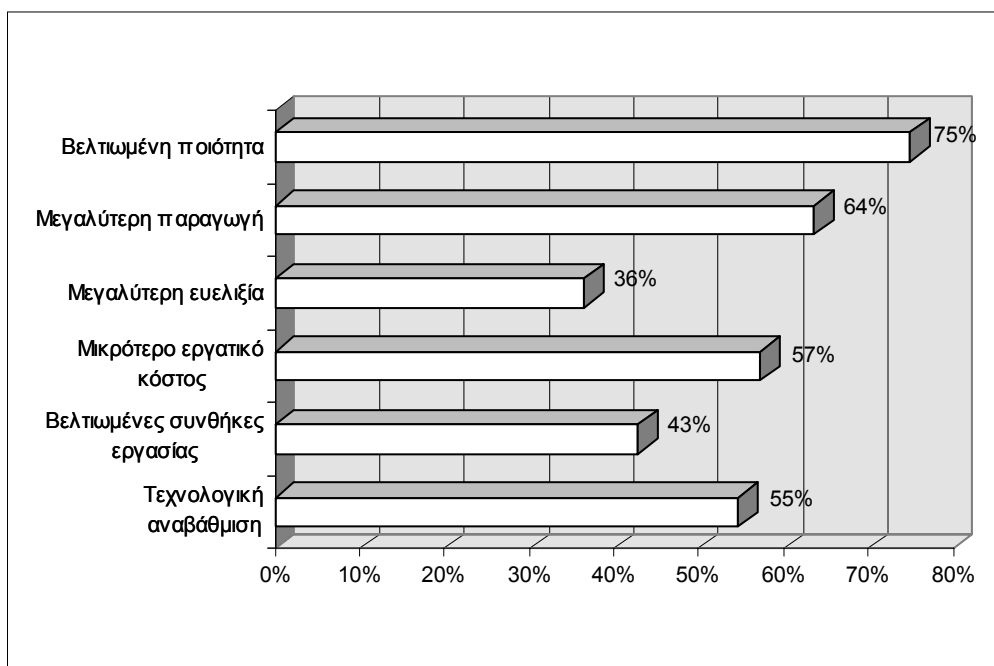
*Οι στόχοι αγοράς του ρομπότ ήταν κατά κύριο λόγο η αύξηση της παραγωγικότητας, η απόκτηση μεγαλύτερης ευελιξίας και η τεχνολογική αναβάθμιση της παραγωγής (βλ. Πίνακα 4.8). Επίσης οι αγοραστές έδειξαν ενδιαφέρον για καλύτερη ποιότητα των προϊόντων τους, ενώ σε μικρότερο ποσοστό αναμέναν μείωση του κόστους και βελτίωση των συνθηκών εργασίας. Σε μικρότερο βαθμό ενδιαφέρθηκαν για τη μείωση του κόστους εξοπλισμού και του κόστους διαχείρισης των πρώτων υλών ενώ δεν, φαίνεται να τους απασχολεί το κόστος ενέργειας.*

*Τελικά από τα αναμενόμενα παραπάνω οφέλη πραγματοποιήθηκαν σε μεγαλύτερο ποσοστό (βλ. Σχήμα 4.7) η βελτίωση της ποιότητας, η αύξηση της παραγωγής, η μείωση του εργατικού κόστους και η τεχνολογική αναβάθμιση. Λιγότερο ικανοποιημένες έμειναν οι εταιρείες ως προς την απόκτηση ευελιξίας και τη βελτίωση των συνθηκών εργασίας.*

Οφέλη	Αναμενόταν	Πραγματοποιήθηκε
<b>Βελτιωμένη ποιότητα προϊόντων</b>	73	54,5
<b>Μεγαλύτερος όγκος παραγωγής</b>	100	63,5
<b>Μεγαλύτερη ευελιξία σε αλλαγές προϊόντων</b>	100	36
Μικρότερο κόστος εξοπλισμού	10	0
Μικρότερο κόστος υλικών, λιγότερες απώλειες	27	18
Μικρότερο κόστος ενέργειας	0	0
<b>Μικρότερο εργατικό κόστος</b>	63,5	36
<b>Βελτιωμένες συνθήκες εργασίας, ασφάλεια</b>	63,5	27
<b>Τεχνολογική αναβάθμιση της παραγωγής</b>	100	54,5

**Πίνακας 4.8** Ποσοστά % του συνόλου των εταιρειών για τα οφέλη που αναμένονταν πριν τη χρήση του ρομπότ και για αυτά που πραγματοποιήθηκαν μετά τη χρήση.





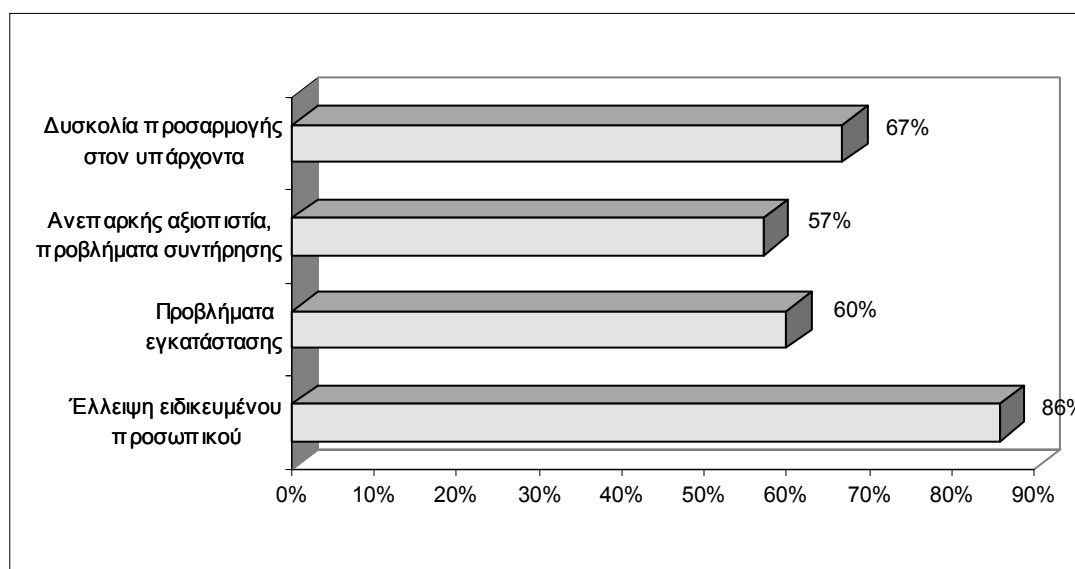
**Σχήμα 4.7** Ποσοστό πραγματοποίησης των αναμενόμενων οφελών

Όσον αφορά στις *δυσκολίες που είχαν υπόψιν τους οι αγοραστές πριν αποφασίσουν την τοποθέτηση ρομπότ στις εγκαταστάσεις τους* (βλ. Πίνακας 4.9), *επικεντρώνονται σε θέματα προσαρμοστικότητας στον υπάρχοντα εξοπλισμό, σε θέματα αξιοπιστίας και συντήρησης, σε προβλήματα εγκατάστασης και έλλειψης ειδικευμένου προσωπικού. Δεν υπήρχε αξιόλογος προβληματισμός όσον αφορά στις αντιδράσεις των εργαζομένων και στο υψηλό κόστος που πιθανώς θα είχε το ρομπότ.*

Μετά την τοποθέτηση του ρομπότ τα κυριότερα προβλήματα αντιμετωπίστηκαν με σημαντική επιτυχία (βλ. Σχήμα 4.8).

Δυσκολίες	Αναμενόταν	Αντιμετωπίστηκε
Δυσκολία προσαρμογής στον υπάρχοντα εξοπλισμό	82	54,5
Ανεπαρκής αξιοπιστία, προβλήματα συντήρησης	63,5	36
Προβλήματα εγκατάστασης	45,5	27
Υψηλό κόστος του εξοπλισμού	10	10
Έλλειψη ειδικευμένου εργατικού προσωπικού	63,5	54,5
Προβλήματα υγείας και ασφάλειας	0	0
Αντίδραση από εργάτες	18	18

**Πίνακας 4.9** Ποσοστά % του συνόλου των εταιρειών για τις δυσκολίες που αναμενόταν πριν την χρήση του ρομπότ και για αυτές που αντιμετωπίστηκαν μετά τη χρήση.



**Σχήμα 4.8** Ποσοστό αντιμετώπισης των αναμενόμενων δυσκολιών

Είναι αξιόλογο να σημειωθούν οι δυσκολίες που αναμενόταν από τις μικρές και μεγάλες εταιρείες (βλ. Πίνακα 4.10). Σ' αυτόν παρατηρείται ότι οι μικρές εταιρείες παρουσιάζονται περισσότερο προβληματισμένες από ότι οι μεγάλες. Οι μικρότερες εταιρείες φαίνεται να αντιμετωπίζουν ιδιαίτερες δυσκολίες προσαρμοστικότητας του ρομπότ στην παραγωγή τους, έχουν σημαντικά προβλήματα έλλειψης ειδικευμένου προσωπικού και προβληματίζονται για την αξιοπιστία του εξοπλισμού. Αντίθετα για τις

μεγάλες εταιρείες οι μοναδικές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν είναι ως προς την εγκατάσταση.

Δυσκολία που αναμενόταν	(α)				
Δυσκολία που αντιμετωπίστηκε	(β)	Εώς 1 δισ.	1 - 5 δισ.	5 - 10 δισ.	10+ δισ.
Πλήθος εταιρειών		4	3	1	3
Δυσκολία προσαρμογής στον	(α)	4	3	0	2
υπάρχοντα εξοπλισμό	(β)	3	2	0	1
Ανεπαρκής αξιοπιστία,	(α)	3	3	0	1
προβλήματα συντήρησης	(β)	2	2	0	0
Προβλήματα Εγκατάστασης	(α)	1	1	1	2
	(β)	1	0	1	1
Έλλειψη ειδικευμένου	(α)	3	3	1	0
προσωπικού	(β)	3	2	1	0

**Πίνακας 4.10** Κύριες αναμενόμενες δυσκολίες συγκρινόμενες με αυτές που αντιμετωπίστηκαν, σε σχέση με τον ετήσιο τζίρο των εταιρειών

#### 4.4.4 ΓΕΝΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ - ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ

Σε ποσοστό 63,5% οι εταιρείες παρουσιάζονται ικανοποιημένες από τη χρήση του ρομπότ (βλ. Πίνακα 4.11). Μόνο μία εταιρεία χαρακτήρισε τη χρήση απογοητευτική. Σημαντικός παράγοντας επιτυχίας φαίνεται να είναι ο αριθμός των βαρδιών που χρησιμοποιείται το ρομπότ. Οι τέσσερις από τις επτά ικανοποιημένες εταιρείες απασχολούν το ρομπότ για περισσότερο από μία βάρδιες. Όσον αφορά στην αντίδραση των εργατών φαίνεται ότι πιθανή αρνητική στάση συνεπάγεται μη ικανοποιητική χρήση του ρομπότ. Στις δύο από τις έντεκα εταιρείες που η στάση των εργατών ήταν σχεδόν αρνητική η αξιολόγηση της χρήσης του ρομπότ ήταν κι αυτή αρνητική. Οι εφαρμογές στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν τα ρομπότ με επιτυχία είναι η συγκόλληση και η συσκευασία.

	Πάρα πολύ αξιόλογη	Αρκετά αξιόλογη	Όχι ακριβώς αξιόλογη	Καθόλου αξιόλογη
Αριθμός εταιρειών	4	3	3	1
<b>Αριθμός εργατών</b>				
1-50	1	1	1	1
51-100	1	1		
101-200	1		2	
201-500	1	1		
<b>Βάρδιες</b>				
Μία	1	2	3	1
Μία/Δύο	2	1		
Τρείς	1			
<b>Αντίδραση εργατών</b>				
Σχεδόν θετική	1			
Ουδέτερη	3	3	2	
Σχεδόν αρνητική			1	1
<b>Εφαρμογές</b>				
Συγκόλληση	1	2		1
Συναρμολόγηση			1	
Λείανση/Φινίρισμα			1	
Συσκευασία	2	1		
Τροφοδοσία	1		1	

**Πίνακας 4.11** Αξιολόγηση της χρήσης του ρομπότ σε σχέση με τον αριθμό εργατών της εταιρείας, τις βάρδιες και τις εφαρμογές που χρησιμοποιήθηκε και την αντίδραση των εργατών.

Αναμενόμενη είναι η ικανοποίηση των εταιρειών που αποκόμισαν πολλά οφέλη από τη χρήση του ρομπότ (βλ. Πίνακα 4.12). Όλες οι εταιρείες αντιμετώπισαν δυσκολίες αλλά μόνο αυτές που δεν είχαν οφέλη αξιολόγησαν μη ικανοποιητική τη χρήση του ρομπότ.

	Πάρα πολύ αξιόλογη	Αρκετά αξιόλογη	Όχι ακριβώς αξιόλογη	Καθόλου αξιόλογη
Αριθμός εταιρειών	4	3	3	1
<b>Οφέλη που αποκτήθηκαν</b>				
Βελτιωμένη ποιότητα	3	2	1	
Μεγαλύτερη παραγωγή	4	3		
Μεγαλύτερη ευελιξία σε αλλαγές προϊόντων	4			
Μικρότερο εργατικό κόστος	2	2		
Βελτιωμένες συνθήκες εργασίας	2	1		
Τεχνολογική αναβάθμιση	4	2		
<b>Δυσκολίες που αντιμετωπίστηκαν</b>				
Προσαρμογή στον υπάρχοντα εξοπλισμό	2	1	2	1
Ανεπαρκής αξιοπιστία, προβλήματα συντήρησης	1	2		1
Προβλήματα εγκατάστασης		1	1	1
Έλλειψη ειδικευμένου προσωπικού	2		2	1

**Πίνακας 4.12** Αξιολόγηση της χρήσης του ρομπότ σε σχέση με τα οφέλη που αποκτήθηκαν και τις δυσκολίες που αντιμετωπίστηκαν από τις εταιρείες.

## **5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

### **5.1 ΓΕΝΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ**

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, στόχος της Διπλωματικής εργασίας ήταν η όσο το δυνατόν εκτενέστερη παρουσίαση της ρομποτικής στην Ελλάδα. Τα συμπεράσματα από τη μελέτη, μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω:

1. Σε σχέση με το διεθνή χώρο, όπου η χρήση ρομποτικών συστημάτων έχει εξαπλωθεί σε μεγάλο βαθμό στις βιομηχανικές μονάδες των προηγμένων χωρών, στην Ελλάδα έχουν γίνει σημαντικά βήματα σε ορισμένες μόνο βιομηχανίες.
2. Τα βιομηχανικά ρομπότ στην Ελλάδα έχουν βρει εφαρμογές, κατά κύριο λόγο, σε διαδικασίες συγκόλλησης, συσκευασίας και συναρμολόγησης, στις οποίες οι χρήστες έχουν αναγνωρίσει το γεγονός ότι η αντικατάσταση των εργατών με ρομπότ θα αυξήσει την παραγωγικότητα και θα βελτιώσει την ποιότητα των προϊόντων.
3. Ανάμεσα στα λιγοστά παραδείγματα ρομποτικών εγκαταστάσεων στην ελληνική βιομηχανία, υπάρχει ένας αξιόλογος αριθμός από αυτά στα οποία, γενικά, η χρήση του ρομπότ δεν απέβει αποτελεσματική, εξαιτίας των μεγάλων προβλημάτων προσαρμοστικότητας στον υπάρχοντα εξοπλισμό και έλλειψης ειδικευμένου προσωπικού.
4. Οι παραπάνω, όμως δυσκολίες, έχουν αντιμετωπιστεί και από εταιρείες στις οποίες η χρήση ρομποτικών συστημάτων ήταν αρκετά αξιόλογη. Φαίνεται λοιπόν ότι, σημαντικός παράγοντας στην επιτυχία μιας ρομποτικής εγκατάστασης είναι όχι μόνο το πόσο εύκολα μπορεί να προσαρμοστεί με τις υπάρχουσες διαδικασίες αυτοματισμού στην επιχείρηση, αλλά και το αν μπορεί να υποστηριχθεί η λειτουργία της από το κατάλληλο τεχνικό προσωπικό που κατέχει την απαιτούμενη εξειδίκευση.

5. Ο εφησυχασμός στις παραδοσιακές διαδικασίες αυτοματισμού, χωρίς να έχουν γίνει σημαντικά βήματα σε θέματα νέας τεχνολογίας είναι πραγματικότητα στην ελληνική βιομηχανία. *Η έλλειψη πείρας σε τεχνολογίες CIM και ιδιαίτερα σε ρομποτικά συστήματα καθιστά τις επιχειρήσεις διστακτικές όσον αφορά στην τοποθέτηση ρομποτικών συστημάτων στις εγκαταστάσεις τους. Γενικά φαίνεται ότι οι ελληνικές επιχειρήσεις δεν εμπιστεύονται ή “φοβούνται” τα ρομπότ.*
6. Η μη επαρκής ενημέρωση των επιχειρήσεων όσον αφορά στις δυνατότητες της εφαρμογής των ρομπότ είναι ένα γεγονός στο οποίο μπορεί να αποδοθεί ο περιορισμός της χρήσης των ρομπότ από τις ελληνικές βιομηχανίες.
7. *Οι ελληνικές εταιρείες ρομποτικής παίζουν σημαντικό ρόλο στη διάχυση των ρομπότ στις ελληνικές βιομηχανίες. Με τη μεταφορά τεχνογνωσίας, ακολουθούν μια πολιτική ρομποτικών εγκαταστάσεων “με το κλειδί στο χέρι”, στους υποψήφιους πελάτες, τους οποίους υποστηρίζουν και βοηθούν, προσφέροντας συμβουλές και εκπαίδευση, βρισκόμενες σε συνεχή συνεργασία τόσο πριν, όσο και μετά την εγκατάσταση του ρομπότ.*

## 5.2 ΥΠΟΔΕΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Καθώς οι ανάγκες των ελληνικών επιχειρήσεων για να αυξήσουν την ανταγωνιστικότητα των προϊόντων τους και για να επιβιώσουν οικονομικά μεγαλώνουν καθημερινά, ο ρόλος των νέων συστημάτων αυτοματισμού και ιδιαίτερα των ρομποτικών συστημάτων θα γίνεται όλο και περισσότερος ουσιαστικός στην επίτευξη του παραπάνω στόχου.

Το γεγονός ότι μόνο με τον εκσυγχρονισμό της παραγωγικής διαδικασίας των προϊόντων μπορούν να αντιμετωπιστούν οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις και αλλαγές της αγοράς, έχει αναγνωριστεί από την ελληνική βιομηχανία, οπότε στα παραπάνω πλαίσια οι εφαρμογές της ρομποτικής έχουν αρκετές προοπτικές στην ελληνική βιομηχανία. Τα μέχρι τώρα δείγματα τέτοιων εφαρμογών, έδειξαν ότι ο τομέας της ρομποτικής έχει ήδη κάνει τα πρώτα βασικά του βήματα στην Ελλάδα και θα συνεχίσει να αναπτύσσεται αργά αλλά σταθερά, στα πλαίσια φυσικά του εφικτού.

Ωστόσο, βασικές προϋποθέσεις για την παραπέρα ανάπτυξη του τομέα στις ελληνικές βιομηχανίες και όπως προκύπτουν από την εργασία είναι:

1. *Η ενημέρωση και η επιμόρφωση πάνω στα αποτελέσματα της ρομποτικής στη βιομηχανία, του μεγάλου πεδίου εφαρμογών της και των θετικών επιδράσεων της.* Προς αυτήν τη κατεύθυνση, ένα σημαντικό ρόλο στη μεταφορά και διάχυση τεχνολογίας και τεχνογνωσίας στις ελληνικές επιχειρήσεις μπορούν να παίξουν σήμερα τα ερευνητικά εργαστήρια των πανεπιστημίων, που ασχολούνται με συναφή θέματα CIM. Ήδη, στο εργαστήριο ρομποτικής του Πολυτεχνείου Κρήτης έχουν αναπτυχθεί προγράμματα υποστήριξης των εταιρειών που ενδιαφέρονται για την εισαγωγή ρομπότ στην παραγωγική τους διαδικασία [3], [23].
2. *Τα σωστά εκπαιδευτικά προγράμματα στον τομέα της ρομποτικής, για το τεχνικό προσωπικό των επιχειρήσεων, που θα το καθιστά ικανό να αντιμετωπίσει τις τυχόν δυσκολίες και τα προβλήματα που θα προκύψουν, τόσο κατά την διάρκεια εγκατάστασης, όσο και κατά τη λειτουργία των ρομπότ.*
3. *Η βοήθεια της κυβέρνησης, όχι μόνο από πλευρά ενεργής παρουσίας στη διάδοση πληροφοριών στον επιχειρηματικό κόσμο, αλλά και παίζοντας ρόλο*



*χρηματοδοτικής πηγής για την εισαγωγή νέων τεχνολογιών στην ελληνική βιομηχανία. Παρόλα αυτά όμως, δεν είναι σαφές το κατά πόσο χρειάζεται κυβερνητική βοήθεια για την εφαρμογή των ρομπότ, αφού έχει ήδη αποδειχθεί (βλ. 2.5.2.3. Οικονομική ανάλυση της ρομποτικής επένδυσης) ότι το είδος αυτό του εξοπλισμού παρουσιάζει μια αρκετά μικρή περίοδο απόσβεσης.*

*Πάντως, η προσπάθεια διάδοσης της ρομποτικής στην Ελλάδα, πρέπει να επικεντρωθεί περισσότερο στις μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις, που αποτελούν πλειοψηφία στον ελληνικό χώρο. Η ειδική περίπτωση αυτών των επιχειρήσεων είναι διαφορετική από τις μεγάλες επιχειρήσεις, αφού σε αυτές οι ρομποτικές εφαρμογές μπορούν να επιβραδυνθούν από την έλλειψη ειδικευμένου προσωπικού υψηλής εκπαιδευτικής στάθμης και πείρας, και από την έλλειψη εύκολης πρόσβασης στις χρηματοδοτικές πηγές. Στην συγκεκριμένη κατηγορία επιχειρήσεων, η βοήθεια κυρίως από την πλευρά της παροχής συμβουλευτικών υπηρεσιών μπορεί να αποβεί ιδιαίτερα χρήσιμη.*

## **BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- [1] Dorf C. Richard, “*Concise International Encyclopedia of Robotics*”, Wiley - Interscience Publications, 1990.
- [2] Engelberger F. Joseph, “*Robotics in Practice. Management and applications of industrial robots*”, American Management Associations, 1982
- [3] Τζανακάκης Δ., Σαράντης Σ., “*Συστήματα επιλογής ρομπότ για βιομηχανικές εφαρμογές με κανόνες ασαφούς λογικής*”, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Πολυτεχνείο Κρήτης, 1996.
- [4] “*Τα βιομηχανικά ρομπότ . Ο ρόλος τους στη μεταποιητική βιομηχανία*”, Έκθεση του Ο.Ο.Σ.Α., Ελληνικό Κέντρο Παραγωγικότητας, 1986.
- [5] Pershad D., Sharma P. J., and Dwivedi N. Suren, “*Status and Strategies of Automation through Robotization and R&D Integration in Developing Countries*”, Mechanical Engineering University of North Carolina at Charlotte USA, 1988.
- [6] Hodges Bernard, “*Industrial Robotics*”, Butterworth - Heinemann Newnes, 1992.
- [7] Woodgate W. Ralph, “*Managing the Manufacturing Process. A pattern for excellence*”, Wiley - Interscience Publications, 1991.
- [8] Northcott Jim with Brown Colin, Christie Ian, Sweeney Michael and Walling Annette, “*Robots in British Industry. Expectations and Experience*”, Policy Studies Institute, 1986.

- [9] Koop, John E., “*The Industrial Engineer as a Robot Project Manager can increase Productivity*”, Industrial Engineering (INE) Vol:23, Iss:6, June 1991, pp:32-35.
  
- [10] Koren Yoram, “*Robotics for Engineers*”, Mc Grow - Hill International Editions, Industrial Engineering Series, 1987.
  
- [11] Ninh Binh, Sharma P. J., and Dwivedi N. Suren, “*How to increase Productivity*”, Department of Mechanical Engineering University of North Carolina at Charlotte USA, 1988.
  
- [12] Skibniewski J. M., “*Robot implementation issues for the construction industry*”, Human - Robot Interaction, Chapter 17, 1990.
  
- [13] Martins G. J., and Svensson M., “*Profitability and Industrial Robots*”, IFS (Publications) Ltd, 1988.
  
- [14] Vasilash, Gary S., “*What’s the line on Flexible Automation?*”, Production Vol:103, Iss:2, pp:58-62, February 1991.
  
- [15] Kangari R., Halpin W. D., “*Identification of Factors Influencing Implementation of Construction Robotics*”, Construction Management and Economics, Vol:8, Iss:1, pp:89-104, Spring 1990.
  
- [16] Κουβαλιάς Γιώργος, “*Ο ρόλος της Ρομποτικής στη συσκευασία*”, Περιοδικό Plant, Αύγουστος - Σεπτέμβριος 1994.
  
- [17] Φραντζής Ν., “*Ελληνικές εταιρείες υψηλής τεχνολογίας : οι εξαιρέσεις που επιβεβαιώνουν τον κανόνα*”, Περιοδικό ΕΠΙΛΟΓΗ, Μάρτιος 1994.
  
- [18] Γρούμπος Π. Πέτρος, “*Οι ανάγκες της Ελληνικής Βιομηχανίας για ενημέρωση και εκπαίδευση στις νέες προηγμένες τεχνολογίες του αυτοματισμού και της πληροφορικής*”, Περιοδικό Plant, Δεκέμβριος 1995 - Ιανουάριος 1996.

[19] Χριστοδουλάκης Ν., “*Το ενδιαφέρον για έρευνα στην Ελλάδα*”, Περιοδικό Plant, Ιούνιος - Ιούλιος 1994.

[20] Εμίρης Δ., “*Σημειώσεις Ρομποτικής*”, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, 1995.

[21] “*Καινοτομικό Κεφάλαιο. Πλαίσιο Εξέλιξης και Στόχοι*”, Μελέτη Ο.Ο.Σ.Α., Ελληνικό Κέντρο Παραγωγικότητας 1990.

[22] Ρουβέλας Ι., “*Ανάλυση εργασίας και μελέτη για την εγκατάσταση συστημάτων αυτοματισμού σε βιοτεχνία ενδυμάτων*”, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Πολυτεχνείο Κρήτης, 1993.

[23] Αθανασιάδου Χριστίνα, “*Μελέτη και ανάλυση ρομποτικού χώρου εργασίας και εφαρμογή συνεργαζόμενων ρομπότ στο πακέτο προσομοίωσης GRASP*”, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Πολυτεχνείο Κρήτης, 1996.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

**Οι απαντήσεις των ερωτηματολογίων**